



Universitat de Lleida

# TREBALL FINAL DE GRAU



ESCOLA  
POLITÈCNICA SUPERIOR  
UNIVERSITAT DE LLEIDA  
INSPIRING THE FUTURE

**Estudiant:** Roger Colomo Espot

**Titulació:** Grau en Enginyeria Mecànica

**Títol de Treball Final de Grau:** Estudi d'eficiència energètica en una explotació porcina del Pallars Sobirà

**Director/a:** Daniel Chemisana Villegas

Presentació

Mes: Juny

Any: 2021



## Resum

En aquest treball de final de grau d'Enginyeria Mecànica, s'estudia una granja porcina ubicada al Pallars Sobirà amb vista a una millora d'eficiència energètica. Inicialment s'exposa la situació actual dels equips i les instal·lacions, analitzant els consums i emissions energètiques obtenint una primera classificació energètica, posteriorment s'analitza les diverses alternatives per reduir els costos i les emissions energètiques i es projecten les actuacions de millora, obtenint una nova valoració energètica per cadascuna de les situacions. Per completar l'estudi energètic, cal estudiar la viabilitat econòmica i constructiva de les solucions aportades per millorar l'eficiència energètica de les instal·lacions, així com la realització d'un estudi per valorar l'ordre d'implantació de cadascuna de les millores estudiades.

Paraules claus per la comprensió del projecte :

- Eficiència energètica
- Viabilitat econòmica
- Energies renovables
- Sostenibilitat



# Índex

Resum.....	1
Índex il·lustracions.....	5
Índex de taules .....	7
Índex gràfics .....	8
1.Introducció .....	9
1.1.Antecedents .....	10
1.2. Marc normatiu .....	14
1.3.Objecte de treball.....	16
1.4.Eficiència energètica en edificis .....	17
1.4.1. Apesctes prèvis.....	18
1.4.2. Comportament energètic de les granges porcines .....	19
1.4.2.1. Condicionants constructius .....	19
1.4.2.2. Instal·lacions en les granges porcines .....	21
1.4.2.3. Condicionants climatològics.....	22
1.4.2.3.1. Termometria .....	24
1.4.2.3.2. Vents .....	26
1.4.2.3.3. Radiació solar .....	27
1.4.2.4. Condicionants de producció.....	28
2.Descripció de l'edifici.....	30
2.1.Memòria descriptiva .....	31
2.1.1.Emplaçament i localització.....	31
2.1.2. Descripció general del edifici .....	32
2.2.Memòria constructiva [24].....	34
2.2.1.Sistema estructural .....	34
2.2.2. Sistema envoltant.....	35
3. Situació actual .....	36
3.1. Situació actual cycle productiu .....	37
3.1.1. Cycle productiu de les mares .....	37
3.1.2. Cycle de transició i engreix.....	38
3.2. Situació energètica actual .....	39
3.2.1. Consum d'energia elèctrica.....	39
3.2.1.1. Sistemes de sanejament i neteja.....	39



3.2.1.2. Sistema d'enllumenat.....	39
3.2.1.3. Sistema de distribució de l'aigua.....	40
3.2.1.4. Sistema de ventilació.....	41
3.2.1.5. Sistema tèrmic.....	42
3.3. Estudi d'eficiència energètica .....	43
3.3.1. Explicació del programari utilitzat.....	43
3.3.2. Etiqueta energètica d'edificis.....	44
3.3.3. Estudi de la situació actual.....	46
3.3.4. Resultat qualificació energètica .....	62
4. Alternatives de millora .....	64
4.1. Alternatives d'aïllament tèrmic.....	65
4.2. Alternatives de millora d'instal·lacions existents.....	66
4.3. Noves instal·lacions.....	67
4.4. Selecció d'alternatives.....	68
5. Implantació de millores.....	69
5.1. Millora d'envoltant tèrmica .....	70
5.1.1. Rehabilitació tèrmica de la coberta .....	70
5.1.1.1. Estudi energètic rehabilitació coberta .....	71
5.1.1.2. Estudi econòmic rehabilitació coberta.....	72
5.1.2. Millora aïllament tèrmic façanes .....	74
5.1.2.1. Estudi energètic aïllament de façanes .....	75
5.1.2.2. Estudi econòmic aïllament de façanes.....	76
5.1.3. Rehabilitació de la coberta i aïllament de les façanes .....	77
5.2. Millora d'equipament existent en l'explotació .....	80
5.2.1. Instal·lació d'il·luminació LED.....	80
5.2.1.1. Estudi energètic d'il·luminació LED .....	80
5.2.1.2. Estudi econòmic d'il·luminació LED.....	82
5.2.2. Instal·lació caldera de biomassa .....	82
5.2.2.1. Caldera de biomassa con pellets.....	83
5.2.2.2. Selecció de caldera de biomassa.....	84
5.2.2.3. Estudi energètic de la caldera de biomassa .....	86
5.2.2.4. Estudi econòmic de la caldera de biomassa.....	87
5.2.3. Caldera de biomassa i il·luminació LED .....	89
5.2.3.1. Estudi energètic de la millora de caldera i LED's.....	89





5.2.3.2. Estudi econòmic de la millora de caldera i leds .....	90
6. Avaluació de resultats .....	91
6.1. Comparació de resultats .....	92
6.1.1. Resultats energètics .....	92
6.1.2. Resultats econòmics.....	95
6.2. Ordre d'execució de les millores.....	98
6.3. Estudi ambiental de les millores implantades .....	101
7.Conclusions .....	104
8.Bibliografia .....	107
9.Annex .....	111
9.1. Càlcul de la ventilació necessària .....	112
9.2. Càlcul del consum d'ACS .....	114
9.3. Càlcul del consum elèctric.....	118
9.4. Informe energètic situació actual. CE3X .....	121
9.5. Càlcul il·luminació LED.....	129
9.5.1. Fitxa tècnica fluorescents LED T8.....	130
9.6. Fitxa tècnica caldera HARGASSNER.....	131
9.7. Fitxa tècnica sitja textil.....	134
9.8. Informe mesures de millora .....	135
10.Plànols .....	143
10.1. Índex de plànols .....	144
11.Pressupostos .....	155
11.1. Material rehabilitació coberta.....	156
11.2. Material aïllament per les façanes .....	157
11.3. Caldera de biomassa amb pellets i sitja tèxtil .....	158



## Índex il·lustracions

<i>Il·lustració 1. Gràfic del consum anual de matèries primes per produir energia.</i>	10
<i>Il·lustració 2. Representació efecte hivernacle</i>	11
<i>Il·lustració 3. Comparativa escalfament global del Planeta Terra.</i>	12
<i>Il·lustració 4. Gràfic dels anys restants de consum de cada font d'energia no renovable</i>	13
<i>Il·lustració 5. Consum mundial d'energia anual.</i>	17
<i>Il·lustració 6. Solera d'una granja porcina.</i>	20
<i>Il·lustració 7. Façana d'una granja porcina.</i>	20
<i>Il·lustració 8. Coberta naus a dues aigües.</i>	21
<i>Il·lustració 9. Mapa geogràfic de les zones climàtiques d'Espanya.</i>	23
<i>Il·lustració 10. Representació gràfica valors Taula 2. Dades estació meteorològica de Sort.</i>	25
<i>Il·lustració 11. Direcció dominant del vent a l'estació de Tírvia</i>	27
<i>Il·lustració 12. Localització geogràfica de l'edifici</i>	31
<i>Il·lustració 13. Situació granja parçona</i>	32
<i>Il·lustració 14. Emplaçament granja en la parcel·la</i>	32
<i>Il·lustració 15. Secció A-A' del edifici</i>	33
<i>Il·lustració 16. Distribució en planta de l'edifici</i>	33
<i>Il·lustració 17. Detall constructiu de la fonamentació de la nau.</i>	34
<i>Il·lustració 18. Detall de la pavimentació de la nau</i>	34
<i>Il·lustració 19. Imatge del plànol estructural en planta.</i>	35
<i>Il·lustració 20. Diagrama de fases del procés de producció porcí.</i>	38
<i>Il·lustració 21. Sistema subministrament d'aigua instal·lat a l'explotació.</i>	40
<i>Il·lustració 22. Etiqueta energètica per calificació energètica d'un edifici.</i>	44
<i>Il·lustració 23. Inici del programari CE3X</i>	46
<i>Il·lustració 24. Pestanya "Datos administrativos"</i>	46
<i>Il·lustració 25. Pestanya "Dades generals"</i>	48
<i>Il·lustració 26. Envoltant tèrmica. Definició del sòl</i>	50
<i>Il·lustració 27. Envoltant tèrmica. Façana nord-oest.</i>	51
<i>Il·lustració 28. Definició paràmetres Porta 1. Façana Nord-Oest.</i>	52
<i>Il·lustració 29. Definició Porta 2. Façana Nord-Oest</i>	52
<i>Il·lustració 30. Definició façana "Nord-Est"</i>	53
<i>Il·lustració 31. Definició façana Sud – Est.</i>	54
<i>Il·lustració 32. Definició paràmetres de les finestres.</i>	55
<i>Il·lustració 33. Definició paràmetres de la coberta</i>	56
<i>Il·lustració 34. Definició dels ponts tèrmics</i>	57
<i>Il·lustració 35. Definició equip de calefacció i ACS</i>	58
<i>Il·lustració 36. Definició sistemes d'il·luminació i equipament elèctric</i>	58
<i>Il·lustració 37. Definició dels ventiladors de la nau</i>	59
<i>Il·lustració 38. Definició electrobomba de distribució d'aigua</i>	59
<i>Il·lustració 39. Definició patró d'ombres en façana Nord-Oest.</i>	60
<i>Il·lustració 40. Definició patró d'ombres en façana Nord-Est</i>	61
<i>Il·lustració 41. Definició patró d'ombres en façana Sud-Oest</i>	61
<i>Il·lustració 42. Definició patró d'ombres en façana Sud-Est.</i>	62
<i>Il·lustració 43. Etiqueta energètica segons situació actual</i>	62



Il·lustració 44. Panell sandwich per coberta.....	71
Il·lustració 45. Definició dels materials de la nova coberta.....	71
Il·lustració 46. Etiqueta energètica amb rehabilitació de la coberta .....	72
Il·lustració 47. Preus associats als combustibles.....	73
Il·lustració 48. Dades econòmiques.....	73
Il·lustració 49. Valoració econòmica de la rehabilitació de la coberta.....	74
Il·lustració 50. Anàlisi econòmica de la rehabilitació de la coberta .....	74
Il·lustració 51. Definició dels materials de la nova façana .....	75
Il·lustració 52. Etiqueta energètica amb millora de façanes.....	76
Il·lustració 53. Valoració econòmica del aïllament de façanes .....	77
Il·lustració 54. Resultat de l'anàlisi econòmic de l'aïllament de façanes .....	77
Il·lustració 55. Etiqueta energètica per les millores de l'envoltant tèrmica.....	78
Il·lustració 56. Valoració econòmica de la millora de l'envoltant de l'edifici .....	78
Il·lustració 57. Anàlisi econòmic de la implantació de les millores de manera conjunta .....	79
Il·lustració 58. Aplicació il·luminació LED .....	81
Il·lustració 59. Etiqueta energètica amb il·luminació LED.....	81
Il·lustració 60. Valoració econòmica de la il·luminació LED .....	82
Il·lustració 61. Anàlisi econòmic de la il·luminació LED .....	82
Il·lustració 62. Detall caldera de biomassa .....	83
Il·lustració 63. Emmatzematge per aspiració.....	83
Il·lustració 64. Sistema mecanisme cargol sense-fi.....	83
Il·lustració 65. Emmagatzematge amb punts d'aspiració.....	84
Il·lustració 66. Dipòsit d'emmagatzematge subterrani.....	84
Il·lustració 67. Emmagatzematge amb sitja tèxtil .....	84
Il·lustració 68. Caldera de biomassa Hargassner .....	85
Il·lustració 69. Dimensions caldera.....	85
Il·lustració 70. Mesura de millora de l'instal·lació de calefacció i ACS.....	86
Il·lustració 71. Qualificació energètica amb caldera de biomassa .....	87
Il·lustració 72. Valors econòmics per la caldera de biomassa .....	88
Il·lustració 73. Resultat anàlisi econòmic de la caldera de biomassa .....	88
Il·lustració 74. Qualificació energètica en l'implantació de millores conjuntes .....	89
Il·lustració 75. Valoració econòmica de les mesures d'estudi .....	90
Il·lustració 76. Resultat econòmic de les mesures d'estudi .....	90
Il·lustració 77. Resultat energètic rehabilitació tèrmica com a segona millora .....	93
Il·lustració 78. Resultat energètic aïllament de façanes com a segona millora .....	94
Il·lustració 79. Paquet de millores d'envoltant tèrmica .....	94
Il·lustració 80. Resultat econòmic rehabilitació coberta com a segona millora.....	96
Il·lustració 81. Resultat econòmic d'aïllament de façanes com a segona millora.....	97
Il·lustració 82. Resultat econòmic millora envoltant com a segona millora .....	97
Il·lustració 83. Línia temporal de l'aplicació de les millores .....	100
Il·lustració 84. Comparativa resultats energètics. Actual – 1ª millora.....	102
Il·lustració 85. Resultats energètics. 2ª Millora.....	103
Il·lustració 86. Pressupost panell sandwich coberta de la nau.....	156
Il·lustració 87. Pressupost panell sandwich de façanes .....	157
Il·lustració 88. Pressupost caldera de biomassa.....	158



# Índex de taules

<i>Taula 1. Classificació de la zona climàtica en funció de la província i l'altitud respecte el nivell del mar. ....</i>	<i>24</i>
<i>Taula 2. Mesura de temperatures(°C) i precipitacions entre 2009-201. Estació meteorològica de Sort .....</i>	<i>25</i>
<i>Taula 3. Velocitat mensual del vent (m/s). Estació de Tírvia .....</i>	<i>26</i>
<i>Taula 4. Radiació solar en W/m<sup>2</sup>. Estació de Sort. ....</i>	<i>28</i>
<i>Taula 5. Superfícies zones de la granja .....</i>	<i>33</i>
<i>Taula 6. Programari reconegut per certificacions energètiques .....</i>	<i>43</i>
<i>Taula 7. Tipus d'emmagatzematge i obtenció dels pellets .....</i>	<i>83</i>
<i>Taula 8. Flux de ventilació per cada animal. ....</i>	<i>112</i>
<i>Taula 9. Càlcul del flux d'aire (m<sup>3</sup>/h) mitjà per l'explotació d'estudi .....</i>	<i>112</i>



## Índex gràfics

<i>Gràfica 1. Emissions produïdes.....</i>	<i>92</i>
<i>Gràfica 2. Emissions produïdes amb la segona millora.....</i>	<i>95</i>
<i>Gràfica 3. Benefici anual i període d'amortització .....</i>	<i>95</i>
<i>Gràfica 4. Benefici anual i període d'amortització com a segona millora.....</i>	<i>97</i>



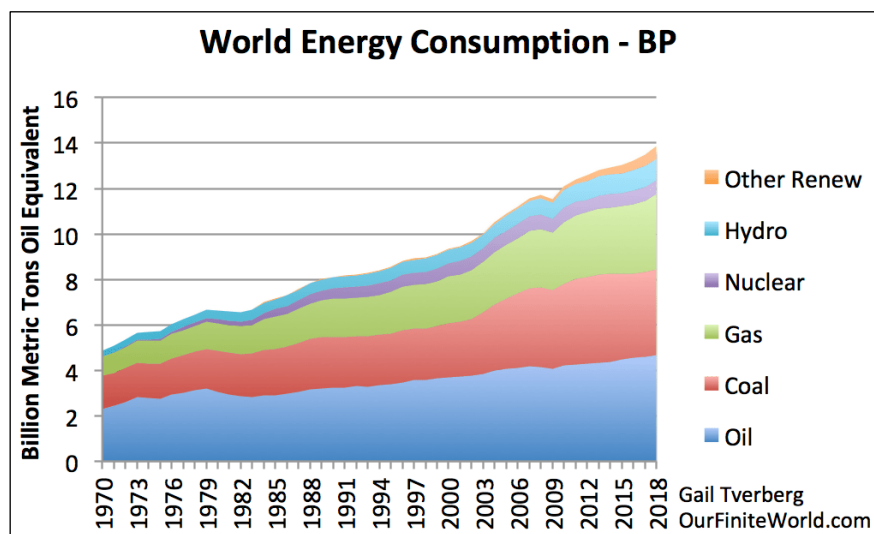
# 1.Introducció



## 1.1. Antecedents

Des dels inicis de la nostra civilització, l'ésser humà ha evolucionat cercant nous recursos i noves formes d'aconseguir o produir energia. Els éssers humans vam començar a explotar els recursos energètics que la naturalesa oferia, com el descobriment del foc. Hi ha una gran part de la població, la qual creu que les energies renovables és un sector de la ciència molt novados, però la veritat és que l'inici de l'ús de les energies renovables es remunta a l'època de la prehistòria. Un clar exemple seria el moment en què es va inventar els vaixells de vela, els quals els primers es daten fa 5 mil anys, on s'utilitzava el vent per la navegació dels mateixos vaixells. Un altre exemple representatiu de la utilització d'energies renovables al llarg de la nostra història seria en la hidràulica que s'utilitzava des de 1000 aC quan era utilitzada per moldre cereals a partir moles hidràuliques, etc. [1]

Més endavant la societat va descobrir els combustibles fòssils (gas natural, petroli, carbó) les quals tenien una gran capacitat econòmica i un gran poder energètic. En un principi el desconeixement de les fonts "inesgotables" de les matèries primeres va afavorir el ràpid creixement de la nostra civilització i deixant de costat la utilització d'energies renovables, a les quals no se'ls hi donava importància. En la següent imatge podem observar el consum anual mundial de les diferents fonts de matèries primeres per produir energia, en el gràfic es pot observar com anualment el consum de matèries primeres augmenta a causa de diferents raons, però una de les principals és l'augment de la població i la societat de consum en què vivim.



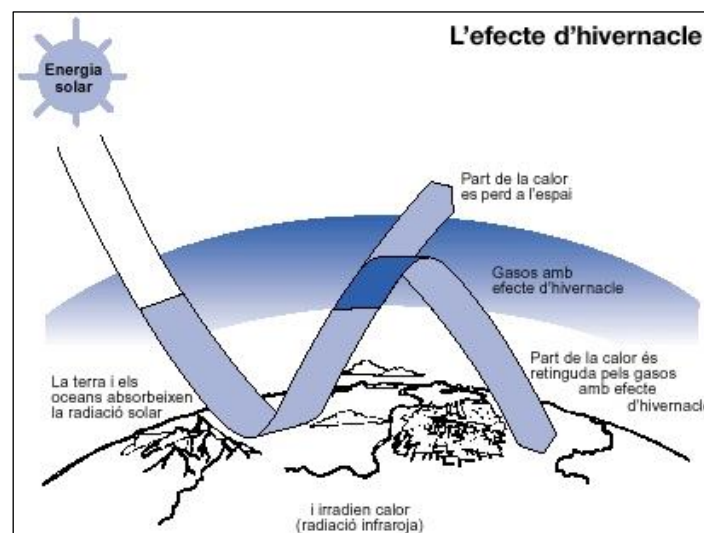
**Il·lustració 1.** Gràfic del consum anual de matèries primeres per produir energia. [2]

Com es pot observar en la *Il·lustració 1*, les dues fonts més utilitzades per generar energia són el carbó i el petroli. Per aquesta raó a finals del segle XX es va generar una seriosa preocupació per l'estat en què es trobava el medi ambient i l'extinció dels combustibles fòssils. Com a conseqüència es va començar a produir importants progressos en el camp de la generació d'energies renovables. Si ens fixem en la *Il·lustració 1*, a partir de l'any 2000 es pot començar a veure l'increment de la utilització d'altres fonts d'energia renovable.

Actualment el sistema de vida en què estem acostumats a conèixer està basat en la disposició abundant d'energia al cost més baix possible. Com podem observar en la *Il·lustració 1*, el

consum incrementa paral·lelament als canvis d'hàbit de vida. Si volguéssim fer una gràfica comparant la demanda energètica que tenia la societat mundial en les primeres comunitats humanes, quan els humans vivíem d'una forma totalment primitiva, i ho comparéssim amb l'actual demanda energètica dels últims 10 anys, l'abisme que es podria observar en la gràfica seria altament impactant. [3]

De totes maneres, les principals fonts de producció d'energia són recursos fòssils (petroli, carbó, gas natural), responsables d'emissions de gasos com el diòxid de carboni, metà, ozó o vapor d'aigua que repercuteixen en el medi ambient accelerant l'efecte hivernacle i com a conseqüència deteriorant el planeta. L'efecte hivernacle és un fenomen natural que es dona en el planeta i que és causat pels gasos que constitueixen l'atmosfera. L'atmosfera actual de la Terra es caracteritza pel predomini del nitrogen i l'oxigen, que són gasos que tenen un paper molt reduït en la regulació climàtica. Però els gasos com el vapor d'aigua  $H_2O$ , el diòxid de carboni  $CO_2$ , l'ozó  $O_3$  i el metà  $CH_4$  i també els clorofluorocarburs (CFC), es troben en petites quantitats en l'atmosfera, però tenen un paper predominant en l'efecte hivernacle. Per aquesta raó la utilització del petroli, carbó o gas natural que produeix l'expulsió d'aquests gasos a l'atmosfera produeix un accelerament de l'efecte hivernacle. [4]



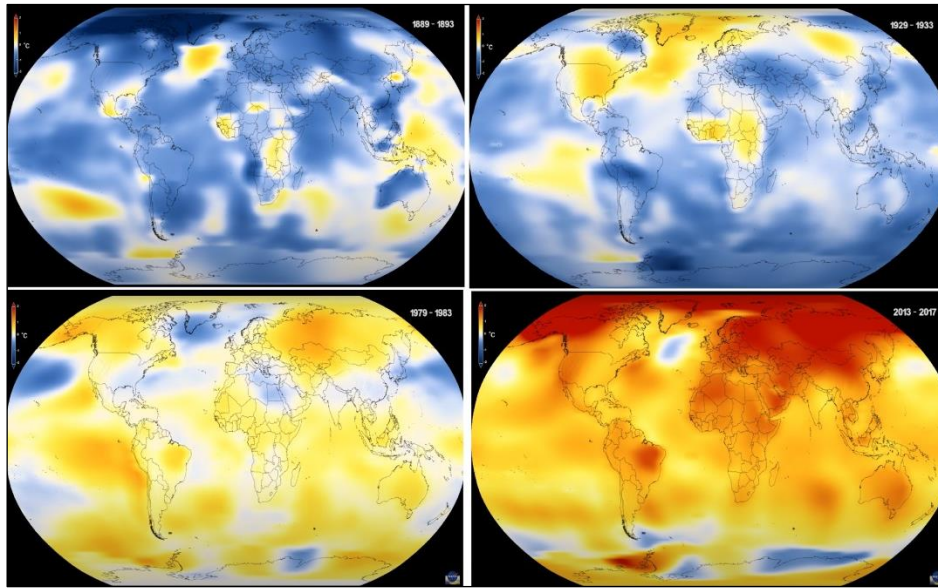
**Il·lustració 2.** Representació efecte hivernacle [4]

La radiació solar és l'única font de calor que intervé en el sistema climàtic del nostre. L'atmosfera deixa passar una part important de la radiació solar i reté la majoria de la radiació terrestre. Per tant la Terra és escalfada per l'energia solar i una petita part d'aquesta energia es reflecteix cap a l'espai, una altra part és absorbida i la resta d'energia travessa l'atmosfera i escalfa el Plante Terra. [4]

Desde el meu punt de vista era previsible que com a conseqüència del consum desproporcionat però totalment necessari d'energies no renovables degut a la demanda d'energia que té la societat, hi hagués un augment en les emissions dels gasos d'efecte hivernacle. Únicament amb una bona gestió dels recursos i una disminució de les emissions nocives ens permetràn protegir i conservar els ecosistemes de vida, tal i com els coneixem fins al moment. Per dur a terme aquest procés es necessari que hagi un acord entre tota la comunitat per un ús racional de l'energia i com a conseqüència una conservació del nostre



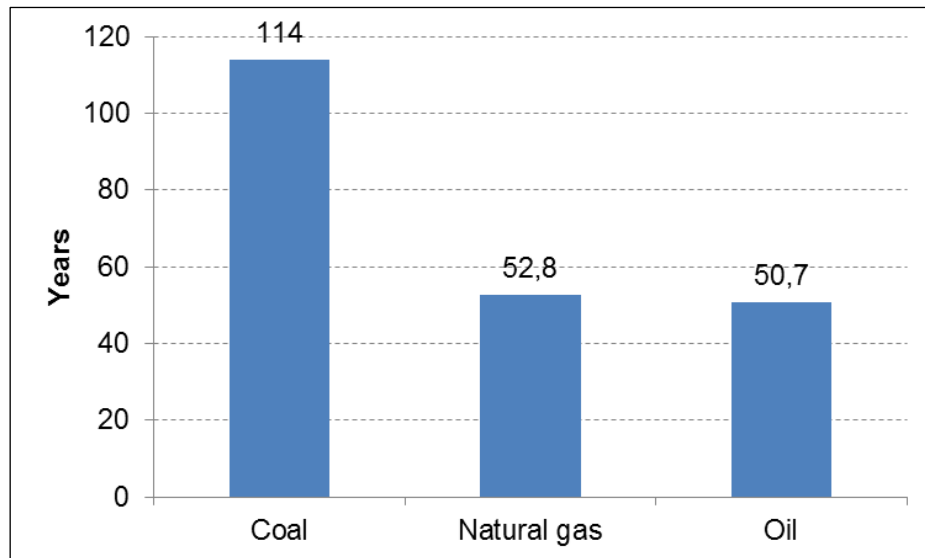
planeta. En la següent imatge podeu veure una comparativa de l'escalfament global que ha patit el Planeta Terra degut a l'acceleració de l'efecte hivernacle.



**Il·lustració 3.** Comparativa escalfament global del Planeta Terra. [5]

Per aquesta raó, l'any 2015 es produeix l'Acord de París. Un tractat internacional sobre el canvi climàtic jurídicament vinculant. Aquest acord va entrar amb vigor el 4 de Novembre de 2016. L'objectiu es limitar el calentament del Planeta Terra per sota del 2°C, preferiblement a 1,5°C respecte els nivells preindustrials. L'Acord de París funciona en cicles de 5 anys, adoptant noves mesures cada vegada més ambicioses per aconseguir un millor objectiu global. L'any 2020 els països van presentar els plans d'acció climàtica coneguts com Contribucions Determinades a Nivell Nacional (NDC). Els països comuniquen les mesures que prendran per reduir les seves emissions de gasos d'efecte hivernacle per tal d'assolir els objectius de l'Acord de París. Els països també comuniquen en aquestes contribucions les accions que prendran per crear resiliència i adaptar-se als efectes de l'augment de les temperatures. Fins ara el resultat d'aquest acord no ha tingut resultats visibles. Els països que es troben dins d'aquest acord ho justifiquen explicant que les estratègies són a llarg plaç i que els resultats tardaran uns anys en ser realment visibles. Però la veritat és que cal augmentar en gran mesura les mesures relatives al canvi climàtic per assolir els objectius de l'Acord de París. Els anys transcorreguts des de la seva entrada en vigor ja han donat lloc a solucions amb baixes emissions de carboni i a nous mercats. Per 2030, les solucions de zero emissions de carboni podrien ser competitives en sectors que representen més de l'70% de les emissions mundials. Aquest objectiu, si finalment s'aconsegueix donarà un valor molt important a aquest acord i serà representatiu d'un bon camí en el que seguir treballant. [6]

A més a més, l'Acord de París és molt important no sols per reduir les emissions de gasos que acceleren l'efecte hivernacle, sinó substituir les principals fonts d'energia que utilitzem avui en dia com el carbó, petroli i gas natural, les quals són recursos límitats. A partir de l'empresa BP, he pogut obtenir el següent gràfic, Il·lustració 4, on es representa els anys de reserves de cada font d'energia, els càlculs estan basats amb els consum d'energia que teníem l'any 2016, els quals hauran augmentat fins ara al 2021.



**II-lustració 4.** Gràfic dels anys restants de consum de cada font d'energia no renovable. [7]

L'Acord de París part dels països participants, és una clara aposta per l'aplicació immediat de les energies renovables, aquelles que provenen d'una font natural, que tenen com a característica principal que son inesgotables. Algunes de les energies renovables que més s'estan utilitzant són les següents:

- Energia hidràulica: s'obté mitjançant els rius, llacs, etc. Transformen la força de l'aigua en electricitat de diverses maneres.
- Energia solar: l'obtenim mitjançant la radiació solar, la qual pot ser directa o difusa.
- Energia eòlica: s'obté a partir de la força del vent, mitjançant aerogeneradors.
- Energia biomassa: és l'energia que s'obté a partir dels compostos orgànics formats per processos naturals.
- Geotèrmica: aquest tipus d'energia la trobem en el subsòl, ja que la trobem en forma de calor.
- Energia del mar: energia obtinguda a partir de les mareas o les propies onades del mar.
- Energia nuclear: quan s'utilitza hidrògen, en comptes de urani, es considera com a energia renovable.

Aquest projecte de final de grau es vol centrar en l'estudi per aconseguir una granja porcina més eficient i sostenible, que en la situació que es troba en l'actualitat. Per aconseguir aquest objectiu cal fer un estudi energètic de la situació actual de l'explotació. A partir d'aquí mitjançant alguna/es de les energies renovables esmentades al paràgraf anterior aconseguir un edifici eficient. En pròxims punts del projecte s'estudiaràn millores energètiques que es puguin aplicar en l'explotació porcina i que siguin econòmicament viables, en funció de les demandes energètiques que es tinguin tant per calefacció o refrigieració de la nau, d'il·luminació o altre equipament extern com serien els equips de neteja o la bomba que s'utilitza per obtenir les demandes d'aigua sanitària.



## 1.2. Marc normatiu

En aquest apartat es vol exposar la normativa vigent necessària per l'aplicació del projecte en relació amb l'estudi d'eficiència energètica, instal·lacions d'energies renovables i tots els càlculs i dissenys requerits per aquest procés. Degut a que la normativa està exposada per diferents categories institucionals, aquesta s'exposarà de més a menys importància. Inicialment es definirà la normativa de les Directives Europees, utilitzades com a instrument del dret comunitari que juntament amb els Reglaments comunitaris hi recau una importància transcendental dins el sistema comunitari. La normativa imposada per Europa ha d'estar coordinada amb la normativa espanyola que hagi definit el Govern Espanyol per aplicar les seves directrius, per aquesta raó les directives europees intenten respecta en l'escala de lo possible la gran varietat de producte entre estats europeus. És important recalcar que la normativa espanyola mai podrà imposar les seves directrius per damunt de la normativa europea i per aquesta raó, inicialment s'exposa la normativa europea .

Posteriorment es farà esmena de les lleis i documents de caràcter normatiu i tècnic. Per acabar s'enunciaran els reials decrets.

- Directiva (UE) 2018/844 del Parlament Europeu i del Consell, de 30 de Maig de 2018, per tant es modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiència energètica dels edificis i la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiència energètica. *(Vigència desde 19 de Junio de 2018)*
- Directiva (UE) 2018/2002 del Parlament Europeu i del Consell, de 11 de desembre de 2018, per la qual es modifica la Directiva 2012/27 / UE relativa a l'eficiència energètiques. *(Vigència desde 24 de Deseembe de 2018)*
- Reglament delegat UE N°244/2012 que complementa la directiva 2010/31 EU relativa a l'eficiència energètica dels edificis sobre els càlculs dels nivells òptims de rendibilitat dels requisits mínims d'eficiència energètica. *(Vigència desde 27 de Febrer de 2016, revisat el 27 de Febrer de 2016)*
- Codi Tècnic de la Edificació (CTE). Document Bàsic d'estalvi energètic (DB-HE). Aquest document estableix cinc exigències bàsiques:
  - ∴ **Exigència bàsica HE 0.** Limitació del consum energètic. És defineix el consum energètic que poden tenir els edificis en funció de dues variables; zona climàtica segons localització i ús previst.
  - ∴ **Exigència bàsica HE 1.** Limitació de la demanda energètica. Fixa els mínims normatius respecte l'aïllament tèrmic, la protecció solar dels forats, prevenció de condensació i estanqueïtat de finestres.
  - ∴ **Exigència bàsica HE 2.** Rendiment de les instal·lacions tèrmiques. Aquest punt queda desenvolupat en el document RITE, d'instal·lacions tèrmiques.
  - ∴ **Exigència bàsica HE 3.** Eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació. Promou l'aprofitament de la llum natural enfront la llum artificial. Exigint així factors d'eficiència energètica en les instal·lacions de llum artificial.
  - ∴ **Exigència bàsica HE 4.** Contribució solar mínima de aigua calenta sanitària. Exigeix un percentatge d'aportació d'aigua calenta d'origen solar depenent de la zona climàtica on estigui situat, el ús pel qual està destinat l'edifici.



∴ **Exigència bàsica HE 5.** Contribució fotovoltaica mínima d'energia elèctrica. Exigeix segons l'ús de l'edifici, incorporar una instal·lació elèctrica mitjançant panells fotovoltaics.

- Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els edificis (RITE).
- Reial Decret 564/2017, de 2 de juny, pel qual es modifica el Reial Decret 235/2013, de 5 d'abril, pel qual s'aprova el procediment bàsic per a la certificació de l'eficiència energètica dels edificis. *(Vigència desde 7 de Juny de 2017)*
- Reial Decret 235/2013, de 5 d'abril, pel qual s'aprova el procediment bàsic per a la certificació de l'eficiència energètica dels edificis. *(Vigència desde 14 d'Abril de 2013, revisat el 7 de Juny de 2017)*
- Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis. *(Vigència desde 29 de Febrer de 2008, revisat el 14 de Febrer de 2016)*
- Reial Decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació. *(Vigència desde 29 de Març de 2006, revisat el 28 de Desembre de 2019).*
- Reial Decret 56/2016, de 12 de febrer, pel qual es transposa la Directiva 2012/27 / UE d'Parlament Europeu i de Consell, de 25 d'octubre de 2012, relativa a l'eficiència energètica, pel que fa a auditories energètiques, acreditació de proveïdors de serveis i auditors energètics i promoció de l'eficiència de l'subministrament d'energia. *(Vigència desde 14 de Febrer de 2016, revisat 9 de Juliol de 2020).*
- Reial Decret 1390/2011, de 14 d'octubre, pel qual es regula la indicació el consum d'energia i altres recursos por part de l'portal els productes relacionats amb l'energia, mitjançant l'etiquetatge i una informació normalitzada. *(Vigència desde el 16 d'Octubre de 2011).*

Normativa europea que també s'ha de tenir en compte dins d'aquest projecte, però que adopta un perfil ambiental tenim les següents, extretes a partir de la pàgina web que apareix en la bibliografia com a punt: [8]

- UNE EN ISO 14040: Gestió Ambiental. Anàlisi del cicle de vida. Principis i marc de referència. *(Vigència desde 2006)*
- UNE EN ISO 14044: Gestió Ambiental. Anàlisi del cicle de vida. Requisits i directrius. *(Vigència desde 2006)*

En relació a les explotacions porcines d'engreix i/o extensiu: [9],[10]

- Reial Decret 306/2020, de 11 de febrer, pel qual s'estableixen normes bàsiques d'ordenació de les granges porcines intensives, i es modifica la normativa bàsica d'ordenació de les explotacions de bestiar porcí extensiu. *(Vigència desde 14 de Febrer de 2020)*
- Reial Decret 1392/2012, de 5 d'octubre, pel qual es modifica el Reial Decret 1135/2002, de 31 d'octubre, relatiu a les normes mínimes per a la protecció de porcs. *(Vigència desde 7 d'Octubre de 2012)*
- Reial Decret 1135/2002, de 31 d'octubre, relatiu a les normes mínimes per a la protecció de porcs. *(Vigència desde 1 de Gener de 2003, revisat el 7 d'Octubre de 2002)*



- Reial Decret 1221/2009, de 17 de juliol, pel qual s'estableixen normes bàsiques d'ordenació de les explotacions de bestiar porcí extensiu i pel qual es modifica el Reial Decret 1547/2004, de 25 de juny, pel qual s'estableixen les normes d'ordenació de les explotacions cunícoles. *(Vigència 5 d'Agost de 2009, revisat el 14 de Febrer de 2020 fins el 13 de Febrer de 2021).*

La normativa esmentada ens els anteriors paràrrafs s'ha comprovat la seva vigència mitjançant la següent pàgina web: <https://noticias.juridicas.com/>. [11]

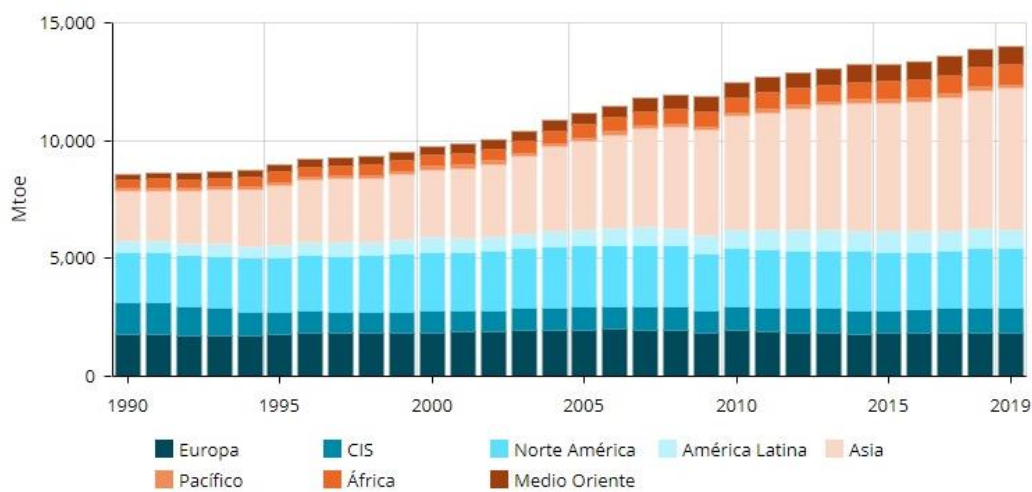
### 1.3.Objecte de treball

El primer objectiu d'aquest treball és realitzar un estudi d'eficiència energètica en una explotació porcina aïllada de 50 mares reproductores, mitjançant el programa CEXv2.3 i poder calcular l'etiqueta energètica de l'edifici ja existent. Seguidament, el segon l'objectiu és millorar la qualificació energètica de l'edifici aplicant-hi millores d'envoltant tèrmica i renovant l'equipament ja existent i com a conseqüència millorant el benestar dels animals i a la vegada millorar la rendibilitat de l'explotació porcina. Finalment, com a tercer i últim objectiu del treball és avaluar dels resultats obtinguts per cadascuna de les millores energètiques estudiades i realitzar un ordre de planificació de les millores en funció de la seva viabilitat econòmica.

## 1.4. Eficiència energètica en edificis

Quan parlem d'eficiència energètica ens referim a la utilització de tecnologies que requereixen una menor quantitat d'energia per aconseguir el mateix rendiment o executar la mateixa tasca. L'aplicació de l'eficiència energètica es centra en la tecnologia, equipaments i maquinària utilitzada per edificis. Una altra forma d'aplicar l'eficiència energètica no es basa únicament en la utilització d'equipaments o tecnologia, sinó en la forma d'actuar de les persones. Per exemple, la utilització de la llum natural en lloc de llum artificial, reduint així dràsticament el consum de llum. [12]

L'eficiència energètica influeix en un aspecte clau; reduir el consum d'energia mundial, el qual cada any s'incrementa. Observar *Il·lustració 5*.



**Il·lustració 5.** Consum mundial d'energia anual. [13]  
(\*Mtoe: milion tonnes of oil equivalent).

El continent asiàtic és el que més influència ha tingut en aquest increment de demanda d'energia mundial, a causa de la revolució tecnològica que s'hi ha produït en el continent en els últims vint anys. És interessant observar que tant Europa com el continent d'Amèrica ha tingut poca influència, ja que la demanda d'energia s'ha mantingut bastant constant en els darrers trenta anys.

Per poder reduir aquests nivells de consum cal conscienciar a les empreses i particulars que cada vegada més, l'administració pública aplicarà mesures polítiques més dràstiques que estableixen incentius econòmics, subvencions o imposicions normatives en matèria d'eficiència energètica.

L'aplicació de l'eficiència energètica repercuteix de forma positiva en diversos aspectes:

- Reduir costos de consum a les empreses, habitatges o explotacions agràries.
- Disminuir la dependència energètica de l'exterior.
- Disminució de consum de recursos naturals.
- Reduir deteriorament del medi ambient associat a l'explotació de recursos
- Reduir l'impacte de l'efecte hivernacle.



### 1.4.1. Apesctes prèvis

Els edificis es classifiquen en funció de l'ús que reben, ja que els consums d'energia i la forma d'ús no són iguals. Mitjançant el document DB-SUA del CTE podem saber de quina forma es classifiquen els edificis:

- **Ús Administratiu.** Establiment, zona o edifici en el qual es desenvolupen activitats de gestió o serveis en qualsevol de les seves modalitats. Exemples: oficines, despatxos professionals, clíniques veterinàries, bancs, acadèmies, etc.
- **Ús Residencial Habitatges.** Edifici o zona destinada d'allotjament permanent, per qualsevol mena d'edifici. Exemple: habitatges unifamiliars o blocs de pisos.
- **Ús Aparcaments.** Edifici destinat a estacionament de vehicles, podent incloure zones dedicades a revisions dels mateixos vehicles; rentadors, taller mecànics de posada a punt, comprovació de pneumàtics i pilots de llum, muntatge d'accessoris, etc.
- **Ús Residencial Públic.** Edificis destinats a proporcionar allotjaments temporals, que puguin disposar de serveis comuns, higiene personal, menjador, espectacles, esports, locals de reunions, etc. En aquest punt també s'hi inclouen els hotels, residències, apartaments turístics, pensions, etc.
- **Ús Comercial.** Establiment on l'activitat a desenvolupar és la venda de productes directament al públic. Exemples: botigues de roba o calçat, supermercats, perruqueries, centres comercials, quioscs, botigues d'electrodomèstics, etc.
- **Ús Industrial.** Aquest grup hi trobem dos subgrups.
  - Petit i Mitjà Terciari: edificis d'ús industrial de petita i mitjana escala.
  - Gran Terciari: edificis d'ús industrial a gran escala. La diferència clau en comparació amb els petits terciaris són les instal·lacions que disposen; poden contenir grans ventiladors, equipament de bombament, torres de refrigeració, etc.
- **Ús Docent.** Edifici utilitzat com a establiment de docència, per qualsevol nivell; escoles infantils, primària, secundària, universitària o formació personal.
- **Ús Sanitari.** Establiment o zona utilitzada per hospitalització, centres de salut, residències geriàtriques, centres d'anàlisis clínics, etc.

Prèviament ja esmentat, el document DB-HE del CTE té per objectiu establir procediments per complir les exigències bàsiques per l'estalvi energètic en els edificis, amb dependència de la zona climàtica de l'edifici i l'ús que se li donarà a l'establiment. El segon gran punt del document DB-HE, l'exigència bàsica HE1.Limitació de la demanda energètica, obliga a dissenyar i construir un edifici de manera que demandi poca energia per aconseguir les condicions de confort, d'acord amb l'ús i les condicions tèrmiques de l'entorn. Per aconseguir aquest objectiu és clau la fase de disseny, cuidant aspectes com la compacitat i orientació de l'edifici, la proporció i la protecció solar dels forats, etc. [14]





Els objectius generals són els següents:

- Condicionament d'espai per instal·lacions d'energia solar.
- Edificis amb major inèrcia tèrmica.
- Incentius amb arquitectura bioclimàtica:
  - ∴ Captació solar directa i protecció solar
  - ∴ Energies alternatives
  - ∴ Ventilació natural
- Reducció del 25% de la demanda energètica.
- Augment de les exigències de transmissió limitants.

## 1.4.2. Comportament energètic de les granges porcines

Com ja s'ha explicat anteriorment, el document DB-SUA classifica els edificis en funció de l'ús que se li donarà i això és a causa del fet que no tots els edificis tenen el mateix comportament energètic. El càlcul del consum energètic d'un edifici d'habitatge, lògicament no pot ser el mateix que un edifici d'ús industrial o d'ús sanitari, ja que l'estructura no serà la mateixa, la localització geogràfica tampoc pot ser la mateixa, l'equipament o instal·lacions tampoc seran les mateixes, per tant és necessari saber quins paràmetres són els que ens defineixen el comportament energètic de cada edifici.

Per dur a terme una classificació del comportament energètic dels edificis, cal tenir en compte alguns aspectes bàsics abans de fer l'estudi, els quals són:

- Condicionants constructius
- Instal·lacions i maquinària de les granges porcines
- Condicionants climatològics
- Condicionants de producció

### 1.4.2.1. Condicionants constructius

La configuració arquitectònica de l'edifici es basa a dissenyar l'estructura de l'edifici en funció de la climatologia del lloc on desenvolupar el projecte. En punts posteriors s'explicarà quins paràmetres s'han de tenir en compte per saber la zona climàtica en què es construirà l'edifici, però primer és necessari explicar quins paràmetres arquitectònics cal tenir en compte en el disseny de l'edifici.

A continuació es descriuen els diversos paràmetres que s'ha de tenir en compte per dur a terme el disseny d'un edifici.

- **Finalitat d'ús.** Activitat per la qual està destinat l'edifici. Finalitats residencials, administratives, industrials, sanitàries, etc. Cal tenir en compte també les franges horàries en què es du a terme l'activitat, ja que el consum energètic varia considerablement si l'activitat és nocturna o diürna. [15]



- **Localització.** Punt geogràfic on se situarà la construcció de l'edifici. Aquest punt és important, ja que esdevé clau per saber l'orientació de l'edifici per poder aprofitar al màxim la radiació solar i en segon lloc cal tenir en compte la naturalesa que envolta l'edifici, ja que es poden crear microclimes capaços de canviar per complet la idea inicial de disseny o la impossibilitat d'aplicació de mesures d'estalvi energètic. [15]
- **Inèrcia tèrmica.** L'aïllament tèrmic sempre dependrà de la quantitat de radiació solar que rebi l'edifici i l'ús de l'edifici. És important saber que l'excés d'envoltant tèrmica pot tenir efectes contraproductius en els edificis, per tant és necessari fer els càlculs correctes per saber la quantitat de massa tèrmica necessària per mantenir la temperatura idònia en l'edifici. Altres aspectes claus en l'aïllament tèrmic són les obertures (finestres, ventiladors, persianes, etc) i els elements constructius que ocasionen ponts tèrmics (caixes de persianes, pilars, cantonades forjades, etc). [15]
- **Pont tèrmic.** Punts de l'envoltant tèrmica de l'edifici on s'evidencia una variació de la uniformitat de la construcció, ja sigui degut a un canvi dels materials utilitzats, el gruix del material, penetracions d'elements constructius amb diferents conductivitats, etc; que produeixen una disminució de la resistència tèrmica respecte a la resta del tancament. [16]
- **Envoltant tèrmica.** Part de l'edifici que es troba en contacte amb l'exterior. L'envoltant tèrmica té un coeficient de transmissió tèrmica ( $U$ ) que varia en funció del nombre de capes que té la superfície i les propietats tèrmiques de cada material que forma l'envoltant. L'envoltant es compon a partir dels següents elements constructius:
  - ∴ **Terra.** Superfície de l'edifici que es troba en contacte amb el sòl del terreny edificat.



*Il·lustració 6. Solera d'una granja porcina. [17]*

- ∴ **Façana.** Element estructural que envolta l'edifici i serveix de protecció enfront de fenòmens climàtics.



*Il·lustració 7. Façana d'una granja porcina. [18]*

- ∴ **Coberta.** Com el seu nom indica és un element de cobriment. Element constructiu que protegeix els edificis de la part superior. Les cobertes poden ser planes, una aigua o dues aigües.



*Il·lustració 8. Coberta nau a dues aigües. [19]*

- **Aïllament acústic.** Els elements més rellevants en l'aïllament acústic serien les obertures que troben en les façanes (portes, finestres) que és per on es produeix major filtració de soroll. La incorporació de finestres dobles i instal·lació de portes acústiques són solucions habituals per combatre aquest tipus de problemes. [15]
- **Superfície construïda.** Per poder dissenyar els sistemes de climatització de l'edifici cal saber la quantitat de m<sup>2</sup> de la nau.

Per exemple, en els llocs on el clima sigui temperat, s'aconsella dissenyar l'edifici amb una linealitat est-oest, ja que permet aprofitar la radiació solar rebuda en la façana sud. En canvi, en llocs on el clima és extrem tant per temperatures altes o baixes és aconsellable crear un edifici més compacte, però en zones de molta calor i per tant amb molta radiació solar, les façanes amb geometries més complexes, produeixen ombres al mateix edifici que poden ajudar a climatitzar-lo durant unes certes hores.

En aquest treball es durà a terme l'estudi energètic sobre un edifici ja existent per tant, serà necessari saber l'any de la seva construcció, per saber les característiques constructives de l'edifici.

#### 1.4.2.2. Instal·lacions en les granges porcines

Les instal·lacions utilitzades en les granges porcines poden ser diverses, en dependència del tipus de granja porcina que es tingui. Qualsevol mena d'instal·lació és important per saber el consum energètic que té l'edifici, independentment de la font d'energia utilitzada. Les instal·lacions habituals que són rellevants per calcular la demanda energètica de l'edifici en granges porcines de cria són:

- **Sistemes de Ventilació.** Utilitzats per mantenir la temperatura i humitat adequada dins la granja. La bona qualitat de l'aire dins la granja afecta la productivitat dels animals.
- **Sistemes de Calefacció.** Utilitzats per escalfar a la temperatura idònia les superfícies de descans dels animals més joves, per millorar l'hàbitat i afavorir un bon creixement.



- **Sistemes de Refrigeració.** Utilitzats per reduir les altes temperatures que es poden donar dins l'edifici durant les èpoques més caloroses de l'any.
- **Sistemes d'Alimentació.** Utilitzats per facilitar la feina dels operaris de la granja i tenir un control constant de l'alimentació del bestiar.
- **Sistemes d'Il·luminació.** És un sistema fonamental per augmentar la productivitat de qualsevol granja porcina. La quantitat d'hores de llum i la qualitat de la llum emesa afecten d'una manera directa a la producció en les granges. Cal ser molt curosos amb el tipus d'il·luminació utilitzada, ja que els consums energètics poden variar quantitativament. [20]

### 1.4.2.3. Condicionants climatològics

El tipus de clima segons l'emplaçament de l'edifici es definit a partir de la radiació solar, temperatura de l'aire exterior, humitat relativa, pluviometria<sup>1</sup>, intensitat i direcció del vent, altitud i un aspecte clau la continentalitat<sup>2</sup>.

També cal tenir en compte altres aspectes a considerar en l'emplaçament de l'edifici, ja que es pot donar lloc a microclimes com els següents:

- Orografia<sup>3</sup> del terreny que pot frenar e l'efecte del vent i/o soroll
- Presència pròxima d'una massa d'aigua, que pot suavitzar les temperatures.
- Orientació de la zona
- Ubicació de l'edifici en centres urbans, poden presentar situacions molt canviants de temperatures a causa de les ombres d'altres edificis y humitat. També la generació de calor com a conseqüència activitats urbanes facilita la formació de boira.
- Disminució de l'efecte del vent a causa de la massificació urbana.

Un últim aspecte però no per això menys important pot ser una pròxima localització de l'edifici a una font constant de soroll. Sempre quan sigui possible es necessari reduir aquest font de soroll mitjançant barreres acústiques que redueixin el nivell d'emissions sonores al edifici. Aquest últim aspecte seria més important en el cas que parlem del comportament energètic de vivendes, que en quan es fa un estudi energètic d'una granja, ja que en la majoria de casos són les propies granges les fonts de soroll i s'hauria d'aplicar un estudi d'una manera inversa a la resta d'edificis. S'hauria de buscar una manera d'aïllar acústicament la propia granja. [15]

Tots els paràmetres explicats anteriorment, es reuneixen amb l'estudi generat pel Codi Tècnic de l'Edificiació (CTE), el qual mitjançant la següent "*Taula 1. Classificació de la zona climàtica en funció de la província i l'altitud respecte el nivell del mar*", ens indica una classificació demogràfica de tota Espanya en funció de la província on es trobi situat l'edifici i l'altitud

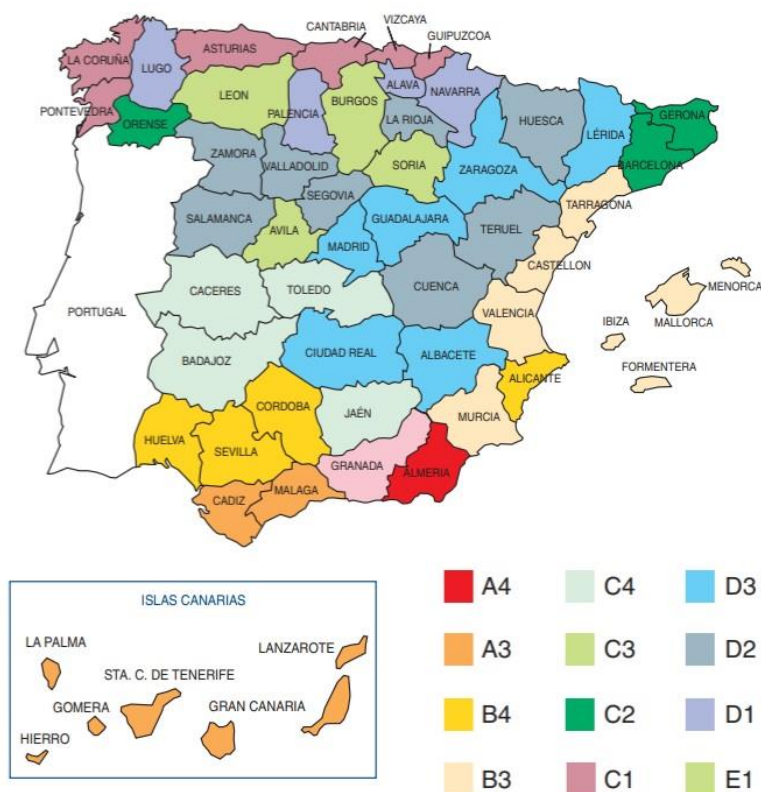
<sup>1</sup> **Pluviometria.** Tipus de mesura per obtenir informació sobre les seves característiques espacials i temporals, com intensitat, freqüència, fase, durada quantitat, etc.

<sup>2</sup> **Continentalitat.** Distància d'una regió respecte a un gran cos d'aigua. L'augment de la distància respecte a un oceà, disminueix la humitat i les precipitacions, generen un major delta de temperatures entre màximes i mínimes.

<sup>3</sup> **Orografia.** Punt en l'àmbit de la geografia que estudia el relleu demogràfic. L'orografia ve condicionada per possibles muntanyes, turons o serralades que hagi al voltant del territori, influenciant en la sensació tèrmica en el nostre edifici.

respecte el nivell del mar. Observi també en la següent “Il·lustració 9. Mapa geogràfic de les zones climàtiques d'Espanya”, el mapa d'Espanya amb la definició de les zones climàtiques de cada província.

L'explotació es basa el projecte és situa en un clima típic d'una situació demogràfica muntanyosa. Marcades variacions termomètriques durant l'any. Es caracteritza per tenir estius relativament frescs però curts i l'època d'hivern molt freda i llarga. Això produeix la necessitat de regular les temperatures interiors amb els equips de calefacció i ventilació presents en la instal·lació. Les precipitacions són regulars al llarg de l'any, produint un clima molt fred durant l'hivern i climatitzant de forma natural la temperatura durant l'estiu. Cal destacar que les precipitacions durant les èpoques d'hivern majoritàriament són en forma de neu, produint així una intensa evapotranspiració dins la nau.



**Il·lustració 9.** Mapa geogràfic de les zones climàtiques d'Espanya. [21]

Provincia	Altitud sobre el nivel del mar (h)																									
	≤ 50 m	51 - 100 m	101 - 150 m	151 - 200 m	201 - 250 m	251 - 300 m	301 - 350 m	351 - 400 m	401 - 450 m	451 - 500 m	501 - 550 m	551 - 600 m	601 - 650 m	651 - 700 m	701 - 750 m	751 - 800 m	801 - 850 m	851 - 900 m	901 - 950 m	951 - 1000 m	1001 - 1050 m	1051 - 1250 m	1251 - 300 m	≥ 1301 m		
Albacete	C3										D3										E1					
Alicante/Alacant	B4					C3					D3															
Almería	A4		B4		B3		C3										D3									
Araba/Álava	D1										E1															
Asturias	C1	D1										E1														
Ávila	D2										D1					E1										
Badajoz	C4								C3	D3																
Balears, Illes	B3					C3																				
Barcelona	C2					D2					D1					E1										
Bizkaia	C1					D1																				
Burgos	D1										E1															
Cáceres	C4										D3					E1										
Cádiz	A3		B3					C3		C2					D2											
Cantabria	C1		D1										E1													
Castellón/Castelló	B3		C3							D3		D2					E1									
Ceuta	B3																									
Ciudad Real	C4								C3	D3																
Córdoba	B4		C4										D3													
Coruña, A	C1					D1																				
Cuenca	D3										D2					E1										
Gipuzkoa	D1										E1															
Girona	C2		D2										E1													
Granada	A4		B4					C4					C3					D3					E1			
Guadalajara	D3															D2					E1					
Huelva	A4		B4		B3			C3										D3								
Huesca	C3					D3					D2					E1										
Jaén	B4					C4										D3					E1					
León	E1																									
Lleida	C3		D3										E1													
Lugo	D1										E1															
Madrid	C3										D3										D2		E1			
Málaga	A3		B3					C3										D3								
Melilla	A3																									
Murcia	B3		C3										D3													
Navarra	C2		D2					D1					E1													
Ourense	C3					C2		D2										E1								
Palencia	D1										E1															
Palmas, Las	α3										A2										B2		C2			
Pontevedra	C1					D1																				
Rioja, La	C2					D2										E1										
Salamanca	D2										E1															
Santa Cruz de Tenerife	α3					A2										B2		C2								
Segovia	D2										E1															
Sevilla	B4					C4																				
Soria	D2										D1		E1													
Tarragona	B3		C3					D3										E1								
Teruel	C3								C2	D2										E1						
Toledo	C4										D3															
Valencia/València	B3		C3										D2					E1								
Valladolid	D2										E1															
Zamora	D2										E1															
Zaragoza	C3					D3										E1										
Provincia	≤ 50 m	51 - 100 m	101 - 150 m	151 - 200 m	201 - 250 m	251 - 300 m	301 - 350 m	351 - 400 m	401 - 450 m	451 - 500 m	501 - 550 m	551 - 600 m	601 - 650 m	651 - 700 m	701 - 750 m	751 - 800 m	801 - 850 m	851 - 900 m	901 - 950 m	951 - 1000 m	1001 - 1050 m	1051 - 1250 m	1251 - 300 m	≥ 1301 m		

Un dels factors claus pel benestar dels animals dins la nau, és el control de la temperatura interior. Per aquesta raó és necessari tenir un control de la temperatura exterior que ens ajudarà a saber quin tipus de millores podem aplicar per un millor control de la temperatura interior, evitant possibles situacions de vaporització i com a conseqüència la producció de fongs o altres organismes vius i per tant aconseguint una explotació neta.

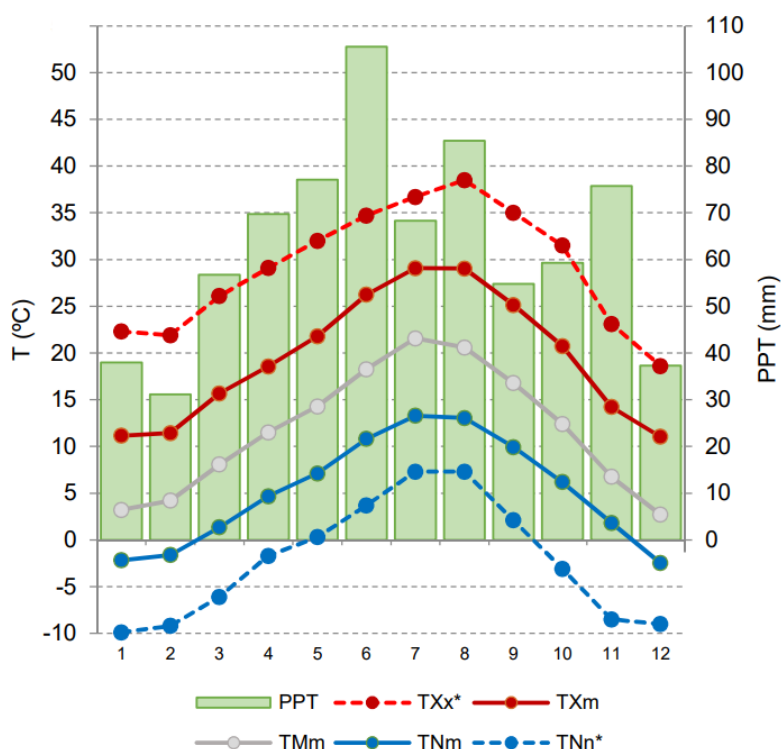
24

Mitjançant les dades climatològiques del Servei Meteorològic de Catalunya, basant l'estudi amb les dades de l'observatori de Sort durant els anys 2009 – 2016, que és l'estació més pròxima per obtenir aquestes mesures, s'ha pogut elaborar la taula on es mostren la Temperatura Mínima mitjana (TNm), la Temperatura Màxima mitjana (TXm), la Temperatura Mitjana mensual (TMm), la Temperatura Màxim extrema mensual (TXx) i la Temperatura Mínima extrema mensual (TNn).

**Taula 2.** Mesura de temperatures(°C) i precipitacions entre 2009-201. Estació meteorològica de Sort  
(Font: El·laboració pròpia a partir de les dades proporcionades pel Servei Meteorològic de Catalunya)

Mes	TNm(°C)	TXm(°C)	TMm(°C)	TXx(°C)	TNn(°C)	PPT(mm)
<b>Gener</b>	-2,2	11,2	3,2	22,3	-9,9	38,0
<b>Febrer</b>	-1,6	11,4	4,2	21,9	-9,2	31,1
<b>Març</b>	1,4	15,7	8,1	26,1	-6,1	56,7
<b>Abril</b>	4,7	18,6	11,5	29,1	-1,7	69,7
<b>Maig</b>	7,1	21,8	14,3	32,0	0,3	77,1
<b>Juny</b>	10,8	26,2	18,3	34,7	3,7	105,5
<b>Juliol</b>	13,3	29,1	21,6	36,7	7,3	68,3
<b>Agost</b>	13,0	29,0	20,6	38,5	7,3	85,5
<b>Setembre</b>	9,9	25,1	16,8	35,0	2,1	54,8
<b>Octubre</b>	6,2	20,8	12,4	31,5	-3,1	59,3
<b>Novembre</b>	1,8	14,2	6,8	23,1	-8,5	75,7
<b>Desembre</b>	-2,5	11,0	2,7	18,6	-9,0	37,3
<b>Anual</b>	<b>5,2</b>	<b>19,4</b>	<b>11,8</b>	<b>38,5</b>	<b>-9,9</b>	<b>63,28</b>

En la següent Il·lustració, es representen els valors de la Taula 2.



**Il·lustració 10.** Representació gràfica valors Taula 2. Dades estació meteorològica de Sort.  
(Font: Servei Meteorològic de Catalunya)



Mitjançant la “Il·lustració 10. Representació gràfica valors Taula 2” o la “Taula 2. Mesura de temperatures(°C) i precipitacions entre 2009-2016”, podem observar que la mitjana anual que tenim a l'exterior és de 11.80 °C, sent Juliol el que representa les temperatures més altes de 21.60°C de mitja, per tant és el mes més calorós. D'altra banda el mes més fred és el Desembre amb una temperatura mitjana de 2.70°C, sent així el mes més fred.

#### 1.4.2.3.2. Vents

El vent és un flux d'aire que varia constantment en velocitat i direcció. Aquest fenomen esdevé quan s'estabilitzen les masses d'aire a diferents temperatures i poden produir efectes positius l'homogeïtzació de les temperatures de l'atmosfera. La següent taula representa la mitjana de dos tipus de dades respecte als fluxos d'aire detectats en l'estació meteorològica de Tírvia que és la més pròxima a la localització de l'explotació porcina. Les dades utilitzades van ser obtingudes durant els anys 2009 fins al 2016; VVmm (velocitat mitjana mensual de Vent a 10 m) i VVx (ratxa màxima mensual de vent a 10 m).

**Taula 3.** Velocitat mensual del vent (m/s). Estació de Tírvia  
(Font: Servei Meteorològic de Catalunya)

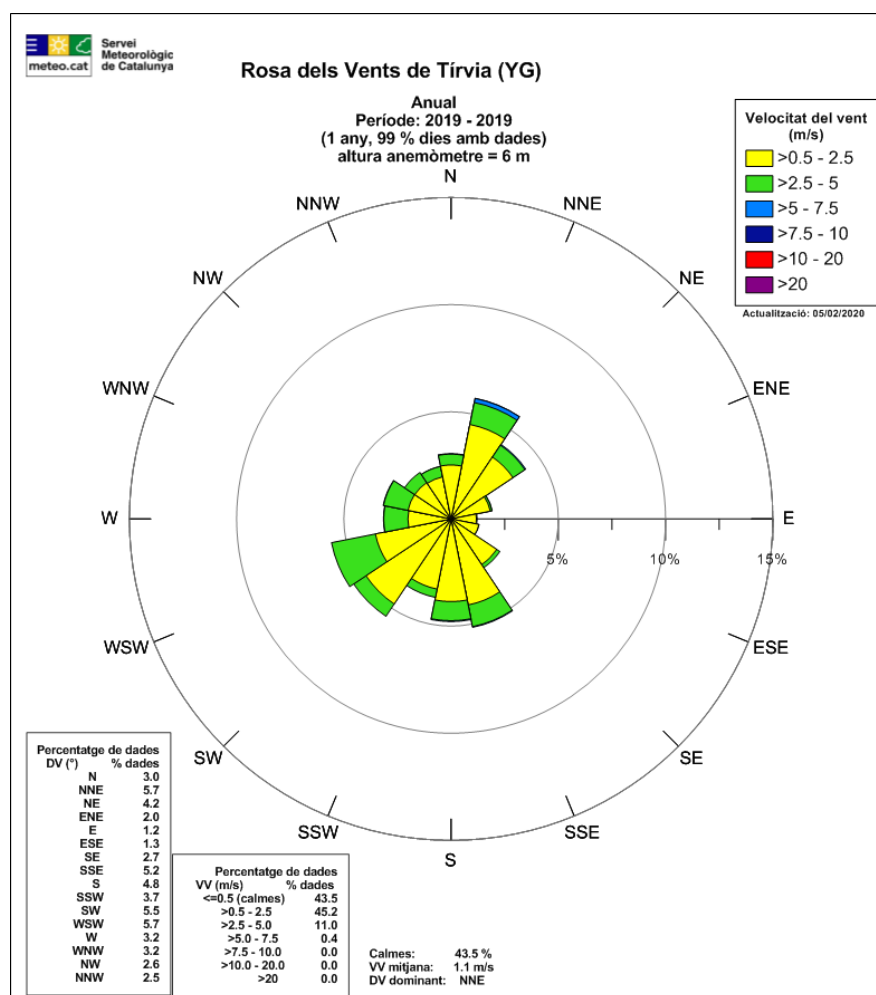
Mes	VVmm (m/s)	VVx (m/s)
<b>Gener</b>	3,4	26,5
<b>Febrer</b>	3,6	37,3
<b>Març</b>	3,5	32,2
<b>Abril</b>	3,0	30,0
<b>Maig</b>	3,1	29,5
<b>Juny</b>	2,8	28,4
<b>Juliol</b>	2,9	25,9
<b>Agost</b>	2,7	24,3
<b>Setembre</b>	2,7	21,9
<b>Octubre</b>	3,1	29,6
<b>Novembre</b>	3,4	30,9
<b>Desembre</b>	3,4	29,4
<b>Anual</b>	<b>3,1</b>	<b>37,3</b>

La conclusió que s'extreu mitjançant la “Taula 3. Velocitat mensual del vent (m/s). Estació de Tírvia” és que la velocitat de l'aire no suposa un problema per les instal·lacions ja que el valor mitjà màxim dels últims anys és de 3,6 m/s que equival a 12,96 km/h en el mes de febrer, per tant no suposa cap risc. A més a més, es pot observar que els valors de mitja, no tenen grans variacions entre 2,7 m/s fins a 3,6 m/s, durant tot l'any.

Cal definir també la direcció del vent enfront l'explotació porcina mitjançant la rosa dels vents<sup>5</sup>. Les orientacions principals de la rosa dels vents són quatre: Nord (N), Sud (S), Este (E) y Oest (O). Les bisectrius dels angles rectes de la rosa dels vents són: Nordest(NE), Sudest(SE), Sudoest (SW) i Nordest(NW).

<sup>5</sup> **Rosa dels vents.** És un cercle que té marcat en el seu perímetre els rumbs en el qual es divideix la circumferència. És una eina molt útil per identificar quina és la direcció dominant del paràmetre del vent.





**Il·lustració 11.** Direcció dominant del vent a l'estació de Tírvia  
(Font: Servei Meteorològic de Catalunya)

Observant la rosa dels vents, s'aprecia que no hi ha una clara direcció predominant respecte la resta de direccions. Les dues direccions més predominants són Nord-nordest (NNE) i Oest-sudoest (WSW) amb un 5,7%. Per altra banda, la direcció que amb menys ocasions es dona és la corresponent a l'Est (E).

#### 1.4.2.3.3. Radiació solar

En aquest apartat s'analitzen les hores de radiació solar al llarg de tot l'any en el període que es disposen a partir del document "Atlas Radiació solar a Catalunya". Els valors extrets d'aquest document i que posteriorment s'utilitzaran per a l'estudi d'eficiència energètica, formen part de l'estació de Sort. Els valors queden recollits en la següent taula:



**Taula 4.** Radiació solar en  $W/m^2$ . Estació de Sort.(Font: El·laboració pròpia a partir dels valors extrets en el document *Atlas radiació solar Catalunya*)

Mes	n	Ra ( $MJ/m^2$ )
Gener	8,55	6,67
Febrer	9,605	9,58
Març	10,94	13,80
Abril	12,33	18,37
Maig	13,53	21,95
Juny	14,14	23,57
Juliol	13,85	22,79
Agost	12,81	19,77
Setembre	11,48	15,41
Octubre	10,08	10,85
Novembre	8,87	7,32
Decembre	8,22	5,78

On,

- N fa referència a les hores de Sol reals.
- Ra és la radiació global, mesurada en  $MJ/m^2$

A partir dels valors obtinguts en la “Taula 4. Radiació solar en  $W/m^2$ . Estació de Sort”, es pot observar que tant a principis com a finals d’any, durant els mesos d’hivern, la insol·lació és bastant més baixa al ser dies més curts. També s’observa que en relació amb la localització de l’explotació en l’hemisferi nord, a partir del mes d’Abril es passa a tenir més de 12 hores diàries de Sol i a partir del solstici de tardor esdevé justament el contrari.

Cal destacar que qualsevol classe de paràmetre en referència al sòl i qualitat de l’aigua para abastir en plenes condicions l’explotació no són rellevants en l’avaluació de l’eficiència energètica que es realitzarà.

#### 1.4.2.4. Condicionants de producció [23]

Un dels aspectes claus de les granges de cria de garrins és tenir un ambient climatològic controlat. Presentar una ventilació insuficient, repercutint en una mala temperatura ambient i humitat dins la nau, són problemes que podem trobar fàcilment en naus amb finalitats de creixement i producció de porcs. Per altra banda, mantenir un bon control de les temperatures ajuda a tenir una sanitat òptima en els animals, ja sigui en l’explotació com en la qualitat de la carn.

Els principals condicionants de la producció de garrins són la humitat relativa, temperatura i ventilació de la nau.

A continuació s’explica els punts claus de cada condicionant:

- **Humitat relativa.** Els valors d’humitat relativa que hem de trobar dins la nau han de ser al voltant de 50 i 60%. Aquest percentatge és vital pels primers dies de vida de les cries, tenint repercussions tant si es sobrepassa com si la humitat relativa és inferior als percentatges esmentats anteriorment. En cas d’obtenir valors superiors al 60%



d'humitat, les cries poden tenir complicacions i desenvolupar malalties relacionades amb l'aparell respiratori i la proliferació de microorganismes. Per altra banda, si la humitat esdevé inferior al 50%, s'incrementa la pèrdua calòrica dels animals, produint una demora en el creixement d'aquests.

- **Temperatura.** La temperatura mitja que es necessita ha de ser de 25°C en les naus de cria, mentre que les mares gestants necessiten unes condicions de 22°C. L'incompliment de les temperatures pot produir un retràs en el creixement dels animals i com a conseqüència un retràs en el cicle de producció de l'explotació.
- **Ventilació.** El tercer condicionant de la producció es troba vinculat amb els dos anteriors. Amb la ventilació s'aconsegueix conservar la temperatura entre un valor màxim i mínim fixats mitjançant els dos extractors que hi trobem a la coberta de la nau. La necessitat de tenir una correcta ventilació dins les explotacions porcines és degut als gasos produïts pels mateixos animals (diòxid de carboni, metà, amoníac o àcid sulfúric), a més a més com la pols, humitat i elements orgànics que són contraproductius pel benestar dels mateixos animals. La ventilació mínima que cal aconseguir per tenir una bona ventilació és de 4 m<sup>3</sup>/hora i una màxima de 6,5 m<sup>3</sup>/hora, agafant com a pes dels garrins fins a 5 kg.



## 2.Descripció de l'edifici

## 2.1. Memòria descriptiva [24]

### 2.1.1. Emplaçament i localització

L'emplaçament d'aquesta edificació és la Finca Trillar, referència Cadastral nº25111A001000480000QJ.

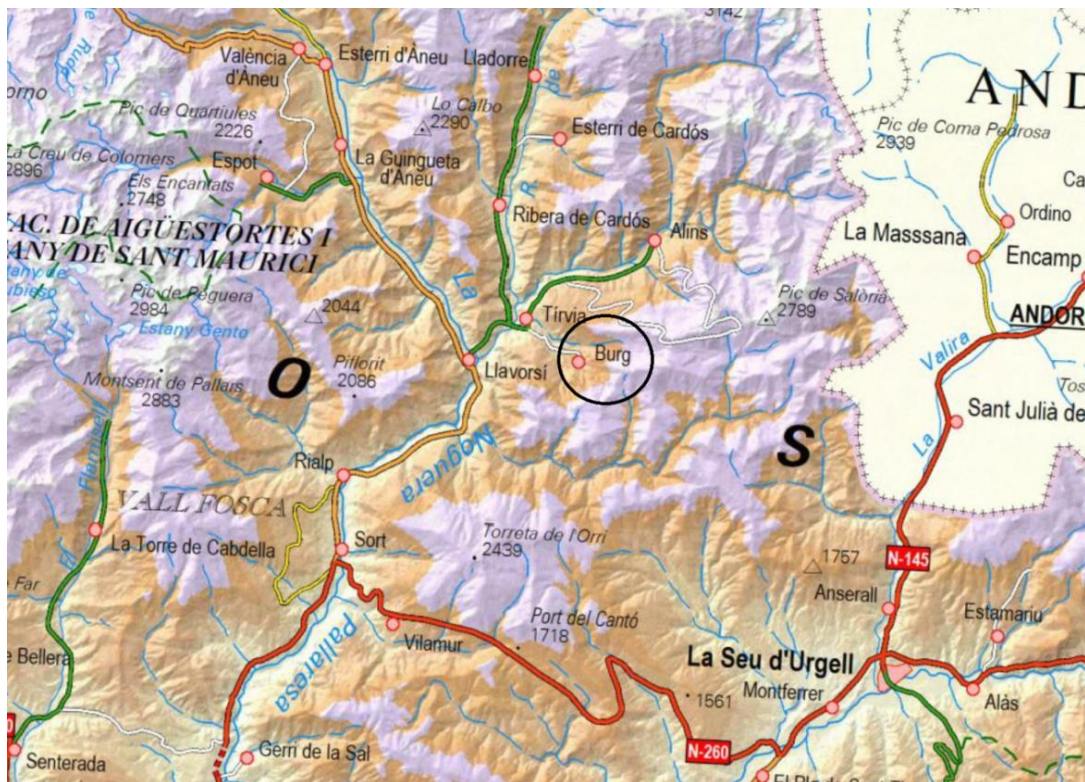
La granja porcina objecte d'estudi es situarà en la zona rústica del nucli de Burg en el terme municipal de Farrera (Pallars Sobirà). Aquesta parcel·la té una superfície superior a 1 Ha.

La situació en coordenades UTM és:

X = 233,112

Y = 2.677,230

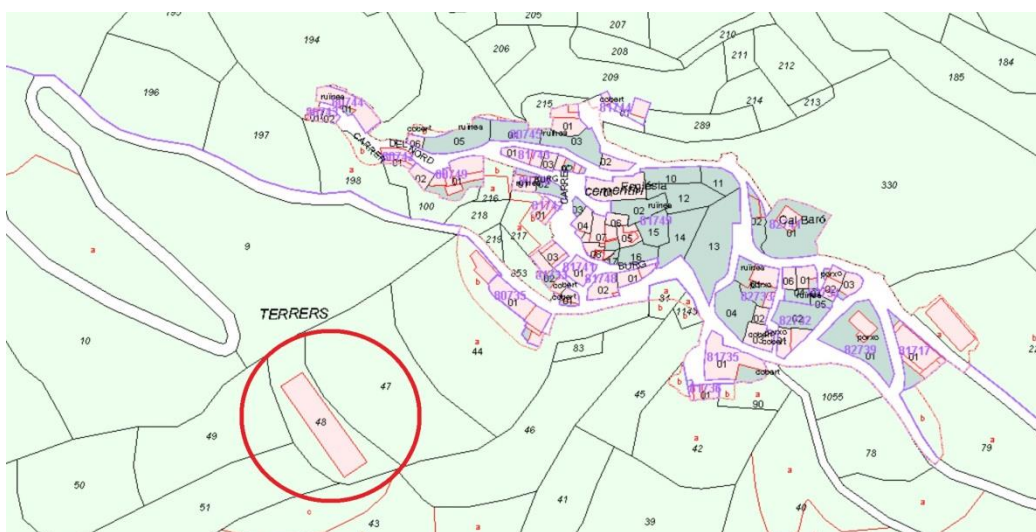
La situació i emplaçament queden reflectits en les il·lustracions 11, 12 i 13.



**Il·lustració 12.** Localització geogràfica de l'edifici  
(Font: Instituto Geográfico Nacional)



**Il·lustració 13.** Situació granja parciona  
(Font: Goolge maps)



**Il·lustració 14.** Emplaçament granja en la parcel·la  
(Font: Catastre)

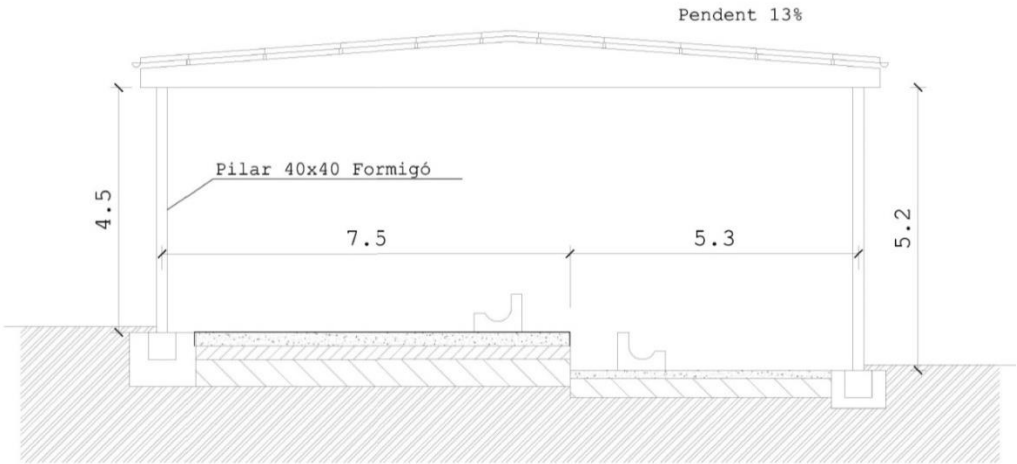
## 2.1.2. Descripció general del edifici

L'edifici construït és de planta en forma rectangular, essent la superfície construïda de 702 m<sup>2</sup>, tenint la façana frontal i posterior de 54 m i les façanes laterals de 13 m.

Sobre la façana lateral dreta, hi tenim dues portes metàl·liques de dimensions 5,00 m de llum per 4,00 m d'alçada i una altra de 5,5 x 4 m ambdues per accedir al recinte. En la façana lateral esquerra hi tenim una porta de 2,5 x 4m que s'utilitzarà per accedir al dipòsit d'emmagatzematge dels residus produït pel bestiar.

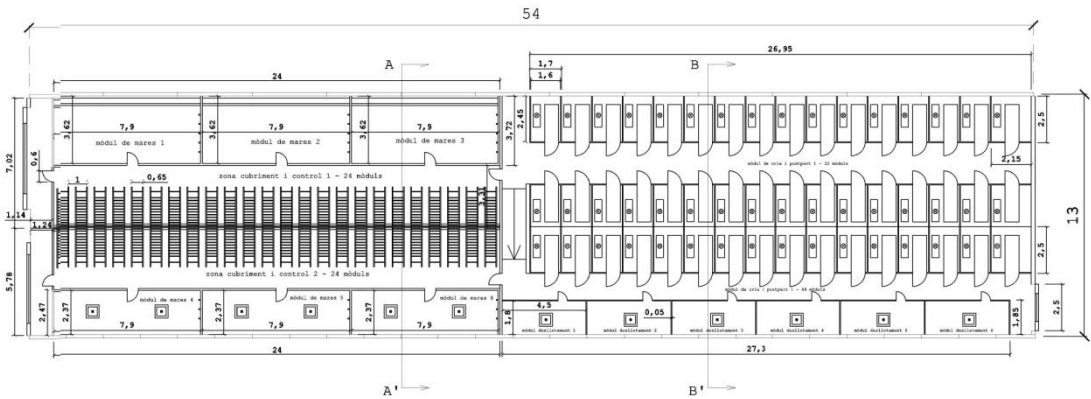
L'edifici té una altura de 4,5 m en la façana Nord-Est, mesurats per l'eix de la parcel·la, i des de la vorera fins al punt d'arrancada de la coberta. I en la façana Sud-Oest, l'edifici té una alçada de 5,2 m. Per tant, en l'interior de la nau, hi trobem una divisoria horitzontal, deguda a aquest desnivell natural de 70 cm.





SECCIÓ A-A'

Il·lustració 15. Secció A-A' del edifici  
(Font: El·laboració pròpia)



Il·lustració 16. Distribució en planta de l'edifici  
(Font: El·laboració pròpia)

Taula 5. Superfícies zones de la granja

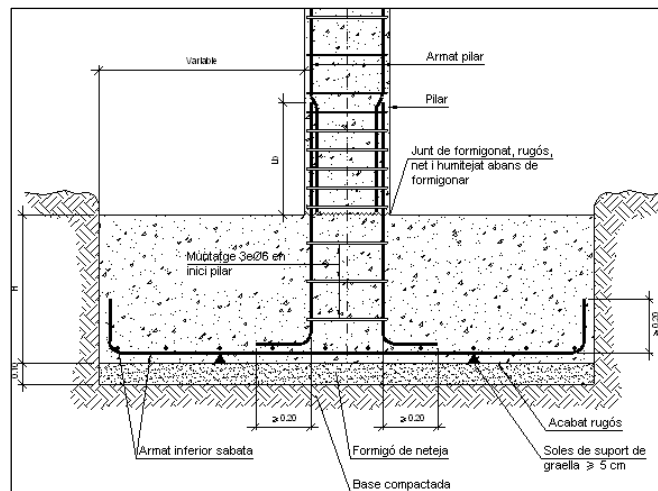
Zona	Superfície	Zona	Superfície
Mòdul mares 1	28,598 m <sup>2</sup>	Mòdul deslletament 6	8,1 m <sup>2</sup>
Mòdul mares 2	28,598 m <sup>2</sup>	Entrada 1	8,66 m <sup>2</sup>
Mòdul mares 3	28,598 m <sup>2</sup>	Entrada 2	6,642 m <sup>2</sup>
Mòdul mares 4	18,723 m <sup>2</sup>	<b>Superfície Útil Total</b>	<b>671,851 m<sup>2</sup></b>
Mòdul mares 5	18,723 m <sup>2</sup>	<b>Superfície No Útil Total</b>	<b>30,149 m<sup>2</sup></b>
Mòdul mares 6	18,723 m <sup>2</sup>		
Zona cubriments i control 1	79,44 m <sup>2</sup>		
Zona cubriments i control 2	79,44 m <sup>2</sup>		
Mòdul cria i postpar 1	198,645 m <sup>2</sup>		
Mòdul cria i postpar 2	108,461 m <sup>2</sup>		
Mòdul deslletament 1	8,1 m <sup>2</sup>		
Mòdul deslletament 2	8,1 m <sup>2</sup>		
Mòdul deslletament 3	8,1 m <sup>2</sup>		
Mòdul deslletament 4	8,1 m <sup>2</sup>		
Mòdul deslletament 5	8,1 m <sup>2</sup>		

## 2.2.Memòria constructiva [24]

A continuació es presentaran els elements més destacats de la memòria constructiva de l'edifici.

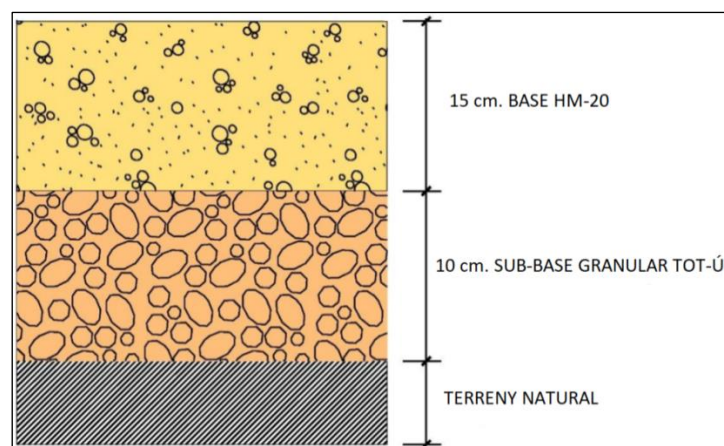
### 2.2.1.Sistema estructural

- **Fonamentació.** La fonamentació de l'edifici és mitjançant sabates de 1,20 x 1,20 m, armadura inferior de diàmetre  $\varnothing 12$  amb malla de 20 x 20 cm; corretja contínua de 40 x 40 cm, reomplert amb formigó de H-200 i finalment una armadura composta de 4  $\varnothing 12$  mm i estreps de  $\varnothing 6$  mm cada 20 cm.



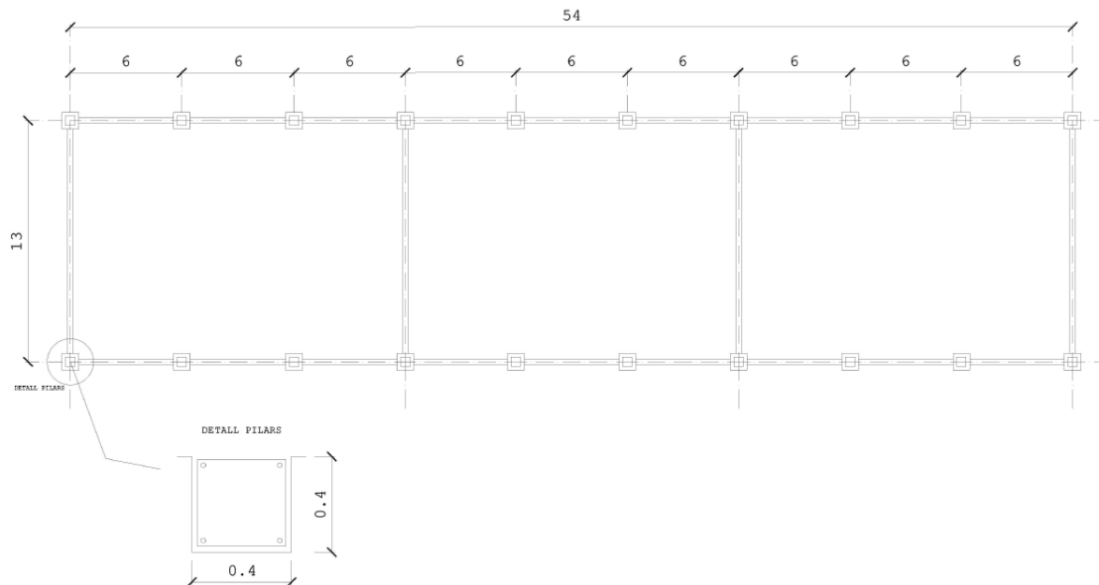
**Il·lustració 17.** Detall constructiu de la fonamentació de la nau  
(Font: Cype)

- **Pavimentació.** El paviment és una llosa de formigó en massa de gruix de 15 cm, assegut sobre una capa de tot-u de 10 cm.



**Il·lustració 18.** Detall de la pavimentació de la nau  
(Font: Elaboració pròpia)

- **Estructura.** L'estructura és a base de pilars prefabricats de 40 cm i bigues prefabricades per les jàsseres de formigó de coberta.



**Il·lustració 19.** Imatge del plànol estructural en planta.  
(Font: Elaboració pròpia)

- **Coberta.** La coberta està formada per biguetes pretensades i plaques de xapa d'acer de 0.8 mm de gruix lacada de color negre, a fi d'integrar l'edificació en l'entorn. Les xapes d'acer tenen un pes de  $7,62 \text{ kg/m}^2$ . Posteriorment es va afegir una capa de 5 cm de poliuretà projectat per l'interior de la nau.

## 2.2.2. Sistema envoltant

El sistema envoltant de l'estructura és clau per qualsevol mena d'edifici, indiferentment de l'activitat que es realitzi en l'interior, però en una explotació porcina l'envoltant és un dels factors més rellevants d'aquesta activitat, especialment en les zones de la nau corresponents a la cria de garrins, ja que no poden tenir pèrdues de calor sinó es veuria afectat el seu creixement. A més a més, es veuria incrementat el consum de calefacció que seria superior per poder aconseguir els nivells de temperatura adequats, produint així un increment en el cost en el sistema tèrmic i augmentant els costos de manteniment de l'explotació.

Per evitar les pèrdues de calor, el tancament de l'envoltant de la nau està format pels següents elements:

- **Tancaments.** L'envolvent de la nau es basa en peces de formigó de 20 x 20 x 40 cm.

Ja esmentat anteriorment, el paviment està format per una llosa de formigó de 15 cm, amb un forjat interior per tal de repartir millor el pes de l'estructura i evitar les esquerdes del propi formigó. Però un altre aspecte a destacar, és que per damunt de la llosa de formigó s'hi troba instal·lat un sistema de calefacció per terra radial, el qual està format per diferents capes que formaran un bon sistema d'aïllament per al terra de l'explotació i el benestar dels animals.





## 3. Situació actual



## 3.1. Situació actual cycle productiu

### 3.1.1. Cycle productiu de les mares

L'explotació dur a terme 2,5 cicles productius al llarg de l'any. El cycle productiu dels animals està compost per diferents fases; post-deslletament de la mare, cubriment, període de gestació, part, deslletament, buit sanitari i tornem a iniciar el procés. Per entendre millor el cycle de producció que es desenvolupa en l'explotació, a continuació es farà una breu explicació de cada una de les operacions que es duen a terme, és a dir, el cycle de les mares i la cria dels garrins, fins que aquests surten per seguir amb l'etapa de transició i posteriorment el procés d'engreix.

El cycle de les mares descriu el següent procés: [25]

- Preparació prèvia de les femelles nul·lípars <sup>6</sup> per entrar al cycle de producció.
- La preparació de les femelles nul·lípars té una durada aproximadament de 8 mesos, què és el moment en que es produeix la primera inseminació. La inseminació de les femelles es dur a terme mitjançant esperma mort, ja que ajuda a millorar la fertilització de les femelles i produeix una millor implantació dels embrions en el següent cycle.
- En el moment que la futura mare ja es troba en la següent fase, aquestes es distribueixen en particions individuals, anomenades dependències de cubriment i control. En aquesta fase es detecta el zel i s'inseminen.
- Després del procés d'inseminació, la detecció de l'embaràs no és instantani. Per detectar si la femella ha pogut quedar-se embarassada, cal esperar 29 dies per confirmar l'embaràs. De forma lògica, totes aquelles femelles que no hagin pogut quedar embarassades, es separen del lot del present cycle productiu per fer un segon intent o els necessaris en lots futurs. Per altra banda, aquelles exemplars que hagin quedat embarassades, passaran a la zona de gestació, on hi estaran fins als dies previs al part.
- La fase de gestació de les femelles té una durada de 3 mesos, 3 setmanes i 3 dies, aproximadament poc menys de 4 mesos. Abans d'acabar el període de gestació, 5 dies previs al part, es traslladen les mares en gestació als mòduls de maternitat (que en aquesta explotació seran els mateixos mòduls que els de cubriment), les quals es distribueixen en mòduls individuals. En els mòduls del part hi romandran durant 25 dies després del part, moment en què s'iniciarà el deslletament de les cries.
- En el moment en què el deslletament de les cries ja s'ha dut a terme, les mares es tornen a desplaçar a la zona de cubriment i control, per tornar a iniciar el procés. Entre la fase del deslletament i la fase del nou cubriment cal deixar 7 dies de marge per donar temps que les femelles puguin tornar a entrar en zel.

En l'explotació porcina que es dur a terme l'estudi d'eficiència energètica, cada setmana es produeix el deslletament de 2,5 garrins a la setmana, amb una producció de 24 garrins per

---

<sup>6</sup> **Femelles nul·lípars.** Són les femelles truges que encara no han criat i es denomina així fins el moment del primer part.

setmana. Això suposa un total de 1.250 garrins deslletats cada any i amb un total de 50 mares reproductores presents en la granja. Per tant, en l'explotació es produeixen 2,5 cicles l'any. Els resultats que s'han donat, són valors diaris per tal de facilitar el càlcul del consum diari que hi ha en l'explotació, ja que el programa amb que es farà l'estudi energètic té uns valors d'estudi predefinits de forma diària i no de forma anual, com seria ideal per l'explotació objecte d'estudi.

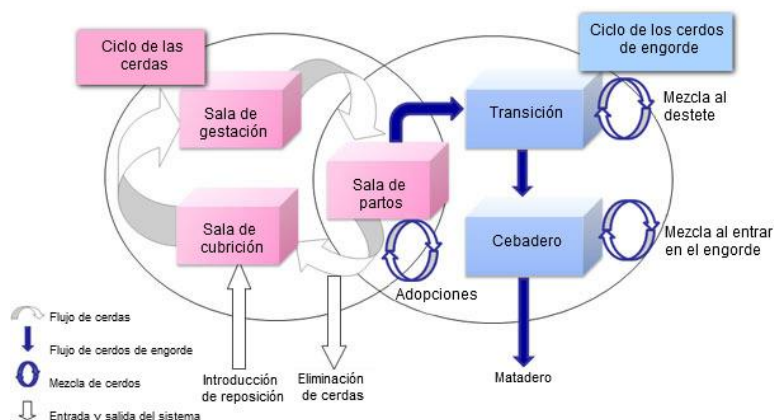
Els mòduls de part i post-part, és necessari que estiguin molt ben cuidats a nivell sanitari, és important que les cries es trobin en un espai sanejat durant els primers dies de vida, ja que és el moment en què les cries són més vulnerables, produint així el moment de tot el cicle productiu en el qual hi ha l'índex de mortalitat més elevat. El sanejament d'aquests mòduls es basa en la neteja i desinfecció completa de cada mòdul, incloent-hi l'equipament necessari per desenvolupar cada tasca.

### 3.1.2. Cicle de transició i engreix

En l'explotació que durem a terme l'estudi d'eficiència energètica, únicament hi té lloc el cicle de producció i deslletament dels animals. Una vegada s'ha aconseguit deslletar les cries, aquestes passen a una segona fase general de tot el procés de producció porcina, anomenada fase de transició i engreixament. Aquesta fase es dur a terme en altres localitats, ja que les cries són venudes a un comprador habitual.

La fase de transició consisteix a incrementar el pes de les cries des de els 7 kg fins als 20 kg, aquest període té una duració aproximada de 30 dies, finalment s'arriba a l'última fase d'engreix en què l'animal passa de pesar 20 kg a arribar als 100 kg, aquesta última fase té una duració de 50 dies.

En la següent imatge es representa les diferents fases descrites amb anterioritat mitjançant un diagrama de fases:



**II·lustració 20.** Diagrama de fases del procés de producció porcí. [26]



## 3.2. Situació energètica actual

Tal com s'ha explicat en anteriors punts, l'objectiu a escala mundial és reduir el consum d'energia i les emissions de gasos d'efecte hivernacle. Per poder millorar l'eficiència energètica de l'explotació cal tenir en compte les condicions climatològiques de l'entorn i les necessitats requerides dins la nau, així com les fonts d'energia utilitzades per desenvolupar l'activitat. Per tant cal assegurar el correcte funcionament de la tecnologia emprada, i què cap d'elles suposi un risc en emissions de gasos d'efecte hivernacle i un consum inapropiat d'energia.

Les suggerències que es faran en futurs apartats d'aquest projecte per aconseguir aquesta millora energètica estaran enfocades a les normes constructives de l'edifici i l'equipament utilitzat en la granja com pot ser la il·luminació, sistemes de calefacció, aïllant tèrmic, sistemes de ventilació o materials emprats per la construcció de l'edifici.

### 3.2.1. Consum d'energia elèctrica

L'objectiu de les instal·lacions és proporcionar als animals i treballadors la màxima comoditat per aconseguir els nivells de producció desitjats. L'explotació porcina disposa de tot aquell material necessari per desenvolupar el procés de maternitat i cria dels garrins.

Els equips que s'exposen a continuació, són els necessaris per desenvolupar l'activitat, els quals són consumidors d'energia elèctrica.

#### 3.2.1.1. Sistemes de sanejament i neteja

La neteja de la granja és dur a terme mitjançant maquinària de neteja de propulsió d'aigua ja especialitzada per granges i grans superfícies, les quals tenen una potència de 15 CV=11,25 kW i un tanc d'aigua de 400 lts. La maquinària té la característica de permetre treballar dos operaris alhora, per tant és ideal per l'explotació en qüestió, ja que sol és necessari la utilització d'una màquina. Les bones característiques del cabal i pressió permet fer un perfecte sanejament de la nau. La neteja de la nau es realitza diàriament durant un temps entre 1h i 1h 30 min, per tant s'estima que la utilització de la màquina de neteja durant 45 min/dia. A més a més, de tenir un consum elèctric diari, cal destacar que l'aigua utilitzada és aigua calenta, per facilitar la neteja de la nau i evitar que la temperatura del sòl disminueixi, per tant és necessari tenir en compte aquest consum d'aigua calenta diari en l'estudi energètic que es fa, en futurs punts del treball.

#### 3.2.1.2. Sistema d'enllumenat

La il·luminació de la nau està formada per 60 fluorescents. Aquests no disposen de tecnologia LED, tots els fluorescents són tradicionals, els quals tenen un consum de 54 W i 4400 lúmens. Per tant, en aquest punt de l'explotació podem obtenir una millor mitjançant el canvi dels mateixos a tecnologia LED, ja que únicament per les característiques d'aquesta tecnologia ja reduïm el consum d'energia elèctrica per il·luminar la nau. [27]

### 3.2.1.3. Sistema de distribució de l'aigua

El sistema de distribució de l'aigua està format per diversos elements. L'aigua és extreta del riu que hi ha a escassos metres de distància de la nau, mitjançant una electrobomba d'aigua amb una potència de 1,5 CV=1,12 kW característica per al seu elevat grau d'eficiència (IE2). Segons indica la normativa europea (28), l'eficiència del tipus IE2 en motors elèctrics corresponen a una alta eficiència. L'electrobomba es troba ubicada al dipòsit d'aigua de 4200 litres de capacitat, ubicat al costat de l'explotació porcina, la qual funciona de forma automàtica quan es detecta que el dipòsit arribar al nivell mínim d'aigua predefinit amb anterioritat. Cal tenir en compte que l'aigua extreta del riu, abans d'arribar al dipòsit, passa per un sistema de filtració per netejar l'aigua d'impureses i evitar que els animals puguin emmalaltir.

Una vegada arriba l'aigua al dipòsit aquesta recorre tot el circuit de canonades que hi ha instal·lat al llarg de la nau, mitjançant canonades de polietilè, que les dimensions varien en funció de la zona de la nau, ja que en tenir la nau dividida segons la fase del procés de producció i durant aquest procés la grandària de l'animal varia, i el consum d'aigua augmenta proporcionalment amb l'edat de l'animal, però decreix respecte al seu pes corporal. El consum d'aigua també és directament proporcional al consum de pinso, per tant aquells animals amb més edat i més consum de pinso, seran els que més aigua consumeixen.

Per poder garantir la qualitat de l'aigua, el sistema de filtració pel qual passa l'aigua abans d'arribar al dipòsit no és suficient per assegurar que l'aigua és neta d'impureses, ja que dins les canonades de polietilè a causa del pas de l'aigua, pot aparèixer la proliferació de microorganismes infecciosos, el que s'anomena com biofilm<sup>7</sup>. Per assegurar la inexistència del biofilm, periòdicament cal aplicar un procés de purgant d'altra pressió al llarg de tot el sistema de distribució d'aigua.

Els sortidors d'aigua estan pensats perquè no hi ha malbaratament d'aigua, ja que funcionen de la següent manera; consisteix en una canonada de diàmetre més reduït, que conté una vàlvula amb la funció de subministrar aigua quan l'animal mou el xumet que hi ha ubicat al final de la canonada.



**Il·lustració 21.** Sistema subministrament d'aigua instal·lat a l'explotació  
(Font: Manual de Porcicultura, 2011)

Per poder dur a terme l'estudi del consum energètic de la instal·lació en la situació actual, és necessari calcular el consum d'aigua que tenim de forma diària en l'explotació

<sup>7</sup> **Biofilm.** És la població microbiana que creix adherida a una superfície inerta o viva. El biofilm és un risc per la seguretat animal o humana, ja que pot generar resistència als antibiòtics o desinfectants.



porcina. Per edificis els quals tenen una finalitat d'ús de sector terciari o residències, es podria definir el consum d'aigua diari que tenim en l'edifici en funció del seu ús mitjançant el CTE. Però la finalitat en aquest edifici, forma part del sector primari, amb la qual cosa s'ha hagut de buscar consum mitjà que es tenen en explotacions porcines, els quals depenen del pes de l'animal i la fase del procés productiu que es troba l'animal.

Fent l'estudi de consum d'aigua de l'explotació, el qual es pot veure justificat en l'annex del treball, apartat "9.2. Càlcul del consum de ACS", l'estimació que tenim del consum d'aigua diari és 2993,04 L/dia.

### 3.2.1.4. Sistema de ventilació

El sistema de ventilació en l'explotació existent és bàsic i rudimentari. La ventilació en l'explotació s'aconsegueix de forma manual i mitjançant els dos extractors que hi trobem instal·lats en la coberta de la nau.

Mitjançant les portes de la façana oest i les finestres de la façana frontal de la nau, és com s'aconsegueix la ventilació d'aquesta part de la nau. Tant els finestrals com les portes són de grans dimensions, per tant és fàcil aconseguir un important flux d'aire per poder ventilar aquesta part de l'explotació. A més a més, com podem veure en la "*Taula 2, Mesura de temperatures(°C) i precipitacions entre 2009-2016*" la temperatura mitjana anual és de 11,8°C, això significa que no hi ha problemes d'aconseguir un flux d'aire entre interior i exterior de la nau, ja que durant la majoria d'hores de l'any, la temperatura exterior serà inferior a la temperatura que hi trobem dins l'explotació i per tant facilita la ventilació de la nau. Actualment l'obertura de portes i finestres es dur a terme de forma manual, no hi ha cap sistema de control automàtic de temperatures, però no suposa un problema, ja que durant una gran quantitat d'hores al dia, s'hi troba algun operari treballant. De totes maneres, és un dels aspectes que es pot estudiar en futurs punts del projecte per optimitzar la ventilació d'aquesta part de la nau.

Per altra banda hi trobem un sistema de ventilació dinàmica, és a dir s'utilitzen ventiladors mecànics per facilitar la renovació d'aire interior mitjançant l'obertura de les finestres. Aquest sistema de ventilació produeix un consum energètic, però és necessari per controlar els nivells de gasos i partícules en suspensió, és a dir per tenir un control de la qualitat de l'aire interior en la part est de la nau.

Per dur a terme aquest sistema de ventilació dinàmica, s'utilitzen 2 ventiladors els quals es troben instal·lats en la coberta de la nau i estan connectats directament amb l'interior de la nau els quals surten a l'exterior en forma de xemeneia, tenint un funcionament per pressió negativa. Els 2 extractors que trobem en l'explotació, tenen un cabal d'aire de 3270 m<sup>3</sup>/h i una potència de 0,41 CV=0,31 kW.

Segons càlculs realitzats per aquest projecte, els quals és poden visualitzar en l'apartat 9.1 de l'annex del treball. En l'explotació es necessita un flux d'aire de 9 m<sup>3</sup>/h per garrí i 71 m<sup>3</sup>/h per cada mare reproductora. Els que esdevé en tenir un flux d'aire total de 3634,92 m<sup>3</sup>/h, el que correspon a tenir un total de 1,03 renovacions aire cada hora, a causa dels 3518,06 m<sup>3</sup> de volum que té la nau. El que significa que tenim un excés de consum i ventilació en l'instal·lació,



ja que els ventiladors no són regulables i tenen un funcionament constant durant les 24 hores del dia.

### 3.2.1.5. Sistema tèrmic

En les explotacions porcines hi ha diferents maneres de generar un augment de la temperatura per establir la temperatura ideal per la cria dels garrins durant els primers dies de vida. En l'explotació d'estudi, hi podem trobar dos sistemes de calefacció diferents, un s'utilitza per calefactar tota la nau mitjançant terra radial i l'altre s'utilitza en els mòduls de cria perquè els garrins puguin estar sobre una superfície amb major temperatura que la resta de la nau, aspecte necessari per al correcte creixement dels garrins.

El primer sistema emprat en l'explotació es basa en la calefacció amb terra radial, el qual està extens al llarg de tota la superfície de la nau, per aconseguir una temperatura adequada dins la nau, on els animals puguin obtenir les condicions climàtiques correctes pel seu benestar. S'utilitza una caldera de gasoil per poder abastir tot el terra de la nau. El promotor de la nau, no té el valor exacte del consum periòdic de gasoil que s'utilitza per escalfar l'aigua i així abastir tot el consum d'aigua necessari, però el programari CE3X, ens ajudarà a realitzar una estimació del consum anual i les emissions corresponents  $\text{KgCO}_2/\text{any}$ , en la utilització d'aquest tipus d'energia per escalfar l'aigua necessària en funció de la demanda d'aigua calenta que s'ha estimat que l'explotació necessita.

El segon sistema que s'implementa es basa en plaques elèctriques calefactables, les quals les podem trobar en els mòduls de cria. Aquestes plaques calefactables no tenen un funcionament constant, ja que s'utilitzen durant els primers 28 dies de vida de les cries. Com ja s'ha comentat anteriorment, en l'explotació es duen a terme un total de 2,5 cicles al llarg de l'any, per això en l'estudi de consum energètic per calefacció, s'idealitza que durant 70 dies anuals les plaques tèrmiques es trobaran en un funcionament constant. Les plaques elèctriques tenen un consum de 110 W i unes dimensions de 1200x385x25 mm. Un apunt a destacar, és que les plaques tèrmiques no tenen un funcionament a màxim rendiment de forma constant durant els 28 dies postpart, ja que setmanalment és necessari regular la temperatura en els mòduls, perquè la temperatura de confort per les cries disminueix en funció dels dies de vida de les cries.

Per suplementar el sistema de les plaques elèctriques de la instal·lació i garantir la temperatura ideal, en la instal·lació també s'hi pot observar 45 bombetes de llum infraroja projectades al terra dels mòduls de cria, doten de major espai calefactat i proporcionen una zona més ampla pel confort de les cries. Les bombetes tenen un consum de 175 W, però en explotacions on el terra té un bon aïllament tèrmic tenen un horari funcional molt menor a les plaques elèctriques, ja que les bombetes infraroges únicament s'utilitzen durant els primers 10 dies de vida de les cries, per tant s'utilitzen un total de 25 dies l'any.

En aquesta explotació els cadàvers són emmagatzemats en contenidors de PVC, que posteriorment són recollits per una empresa especialitzada en recollida de cadàvers animals, tenint així un millor control sanitari i evitant possibles contaminacions al medi ambient i en la



mateixa zona de l'explotació, i per tant no es quantifica cap consum energètic en la mort dels animals.

### 3.3. Estudi d'eficiència energètica

Una vegada esmentats els diferents punts a tenir en compte pel consum energètic de l'explotació porcina, és dur a terme un estudi d'eficiència energètica i determinar l'estat actual de l'explotació i obtenir també el certificat energètic, el qual ens definirà en quina classe energètica es troba l'edifici.

#### 3.3.1. Explicació del programari utilitzat

Per poder realitzar l'estudi energètic necessari per obtenir una certificació energètica de l'edifici objecte d'estudi, cal la utilització de programari específic, reconegut pel mateix Ministeri per la Transició Ecològica.

En data 6 de juliol de 2018, el Ministeri per la Transició Ecològica va publicar a la web oficial, l'última actualització dels programaris reconeguts, com a eines de certificació energètica que són els següents:

**Taula 6.** Programari reconegut per certificacions energètiques  
(Font: Institut Català d'Energia, El·laboració pròpia)

Tipus d'edifici	Ús de l'edifici	Eina	Versió
Edificis nova construcció	Habitatges, petit, mitjà i gran terciari	HULC (Herramineta Unificada LIDER – CALENER)	1.0.1564.1124, de 03/03/2017
		CYPETHERM HE Plus	2018M
		SG SAVE	SG SAVE
	Habitatges, petit, mitjà i gran terciari	CE3X	2.3
	Habitatges	CERMA	4.2.5
Edificis ja existents	Habitatges, petit, mitjà i gran terciari	HULC (Herramineta Unificada LIDER – CALENER)	1.0.1564.1124, de 03/03/2017
		CYPETHERM HE Plus	2018M
		CE3X	2.3
		CE3	20160906
	Habitatges	CERMA	4.2.5

L'edifici objecte d'estudi, és un edifici ja existent, amb una finalitat d'ús definida com a Gran Terciari, per això a partir de la "Taula 6. Programari reconegut per certificacions energètiques" i el consell del tutor del treball, s'utilitzarà el programa CE3x versió 2.3 per dur a terme els diferents estudis energètics sobre l'edifici objecte d'estudi. [29]

L'eina CE3X ha estat desenvolupada de forma conjunta, per l'empresa "Efinovatic" i el "Centro Nacional de Energia Renovables (CENER)". Mitjançant aquest programa es pot certificar d'una



forma simplificada qualsevol classe d'edifici; residencial, petit, mitjà o gran terciari, podent obtenir qualsevol classe de certificació energètica des del tipus A fins G. [29]

CE3x s'adapta a la gran varietat de situacions a les quals el tècnic certificador ha de fer front, permeten diferents possibilitats d'entrada de dades sobre l'edifici objecte d'estudi. D'aquesta forma, tant les característiques de l'envoltant tèrmica com les instal·lacions es poden introduir mitjançant; valors coneguts, estimats o fins i tot valors per defecte que incorpora el mateix programari. [29]

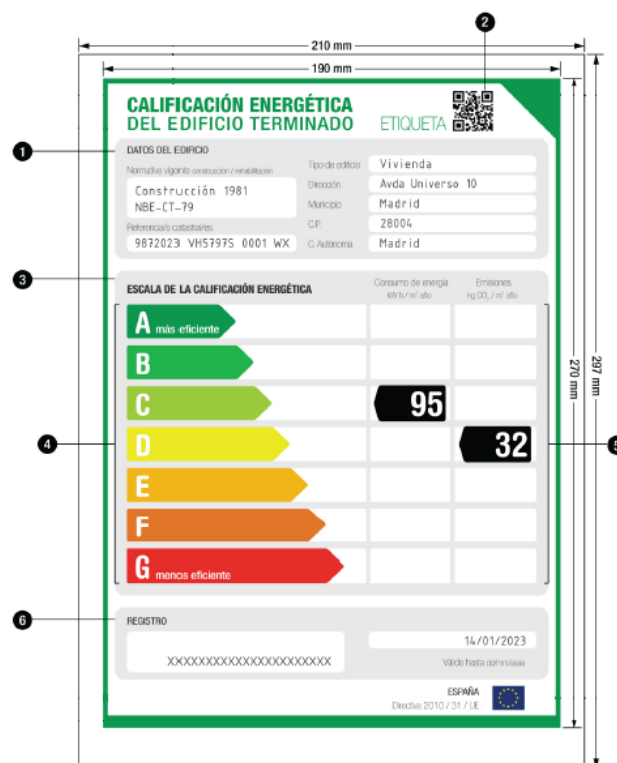
El programa CE3X és un programa que compleix amb els requisits indicats en l'apartat 5.1.1 de les seccions HE0 i HE1 del CTE, per tant és una eina vàlida per la verificació d'exigències sindicades en l'apartat 2.2 del HE0 i dels apartats 2.2.1.1.1, 2.2.1.1.2 i 2.2.2.1 del HE1. [29]

### 3.3.2. Etiqueta energètica d'edificis [30]

L'etiqueta energètica es troba vinculada de forma directa amb el certificat energètic d'un edifici. De fet, s'obté una vegada registrat el certificat energètic en el registre oficial de la comunitat autònoma corresponent, per aquest cas, Catalunya.

El model d'etiqueta energètica està publicat a la web del Ministerio para la Transición Ecológica. És un document reconegut i és l'únic vàlid per obtenir un justificant energètic. L'etiqueta que es pot tenir, sempre indicarà si aquesta correspon a un projecte per la construcció d'un futur edifici o és d'un edifici ja existent o edifici ja acabat.

A continuació s'analitza cadascun dels apartats del model d'etiqueta energètica definida com a document reconegut pel Ministeri.



**Il·lustració 22.** Etiqueta energètica per calificació energètica d'un edifici. [30]



1. **Dades de l'edifici.** En aquest apartat s'informa de la normativa vigent corresponent l'any de construcció de l'edifici. Tant la referència cadastral com el tipus d'edifici (residencial o terciari) són imprescindibles. Per últim, la direcció fiscal de l'immoble, incloent-hi al comunitat autònoma.
2. **Codi BIDI.** L'etiqueta inclou un codi BIDI, que té la funció de redirigir al registre públic del certificat energètic al qual està associada l'etiqueta.
3. **Escala de Qualificació energètica.** Inclou la qualificació o lletra associada a cadascun dels indicadors numèrics. Un de consum d'energia primària no renovable i un altre d'emissions de CO<sup>2</sup>. Consisteix bàsicament en una escala de colors amb assignació de la lletra de qualificació des de la A fins a la G. Per poder entendre millor què suposa obtenir una qualificació energètica o una altra, agafarem de referència el consum mitjà a Espanya pel subministrament d'energia elèctrica, que es situa al voltant dels 60€/ mes. Partint d'aquest valor es pot tenir una referència quantitativa del que suposa obtenir una qualificació o una altra.
  - **Classe A.** Suposa un cost mínim, quasi inapreciable a la factura mensual, per tant el cost de la factura seria el manteniment i establiment del servei, tenint un cost de 35€/mes aproximadament.
  - **Classe B.** Suposa gastar bastant menys que la mitja, però estan pròxims al valor de la mitja, aproximadament uns 35 – 45 €/mes.
  - **Classe C.** El cost mensual és pròxim a la mitja, uns 45 – 55 €/mes.
  - **Classe D.** Correspon al consum de la mitjana però per la part baixa, el que suposaria un cost mensual d'entre 55 – 60€.
  - **Classe E.** Correspon a un consum superior a la mitja, però no de forma exagerada, amb un cost mensual de 60 – 65 €.
  - **Classe F.** Consum energètic superior a la mitjana, què suposaria un cost de 65 – 70 € al mes.
  - **Classe G.** Consum energètic molt superior, que suposaria un cost mensual major als 80€. [31]
4. **Indicadors numèrics de la qualificació energètica.** Hi trobem dos tipus d'indicadors; el primer fa referència a la quantitat de kWh/m<sup>2</sup> any d'energia primària no renovable, i l'altre és la quantitat de kgCO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> any d'emissions associades a aquesta energia. En funció del tipus de font d'energia que s'utilitza les emissions poden ser majors o menors.
5. **Registre.** Inclou el número de registre en l'organisme oficial en la CCAA corresponent. És obligatori perquè el certificat sigui un document oficial i ha d'acompanyar a l'etiqueta.
6. **Caducitat.** L'etiqueta energètica li correspon un data de caducitat. De moment es dona una validesa de 10 anys tant pel certificat energètic om per l'etiqueta.

### 3.3.3. Estudi de la situació actual

En aquest apartat s'explica pas a pas el procés dut a terme per obtenir l'etiqueta energètica de l'edifici en la situació actual.

Inicialment quan obrim el programa, cal triar el tipus d'edifici en què es vol dur a terme l'estudi energètic. Com es pot observar en la “*Il·lustració 23. Inici del programari CE3X*”, quan s'inicia el programa es dona a triar el tipus d'edifici. En el cas de l'explotació porcina, es tracta d'un edifici en forma de nau industrial, que amb llenguatge del programa es defineix com a Gran Terciari.

#### Certificación energética simplificada de edificios existentes

*Tipo de edificio*

Residencial

Pequeño terciario

Gran terciario

**Il·lustració 23.** *Inici del programari CE3X*  
(Font: CE3X)

El segon pas, després de seleccionar el tipus d'edifici a estudiar, ja tenim el menú principal del programa, on l'usuari introdueix totes les dades necessàries per descriure correctament l'habitatge, les quals estiguen dividides en diferents pestanyes, dins el mateix menú principal. Com es pot observar en la “*Il·lustració 24. Pestanya "Datos administrativos"*”, la pestanya “Datos administrativos” és la què apareix oberta per defecte una vegada s'inicialitza el programa.

Datos administrativos				Datos generales		Envoltante tèrmica		Instalaciones	
<b>Localización e identificación del edificio</b>									
Nombre del edificio		EXPLOTACIÓ PORCINA							
Dirección		Carretera de Burg							
Provincia/Ciudad autónoma		Lleida		Localidad		Otro		Código Postal	
								25595	
Referencia Catastral		25111A001000480000QJ				Burg			
<b>Datos del cliente</b>									
Nombre o razón social		Roger Colomo Esport							
Dirección		C/ Onze de Setembre, 7							
Provincia/Ciudad autónoma		Lleida		Localidad		Lleida		Código Postal	
								25508	
Teléfono		671802774		E-mail		rogercolomo.espot@gmail.com			
<b>Datos del técnico certificador</b>									
Nombre y Apellidos		Roger Colomo Esport				NIF		48256326A	
Razón social		Terciari				CIF			
Dirección		Carrer Unic, S/N							
Provincia/Ciudad autónoma		Lleida		Localidad		Lleida		Código Postal	
								25008	
Teléfono		671802774		E-mail		rogercolomo.espot@gmail.com			
Titulación habilitante según normativa vigente		Estudiant d'Enginyeria Mecànica							

**Il·lustració 24.** *Pestanya "Datos administrativos"*  
(Font: CE3X)



En la pestanya de Dades Administratives, cal introduir diferents paràmetres:

- **Localització i identificació de l'edifici.** En aquest punt cal introduir un nom de referència de l'edifici en qüestió, la ubicació de l'edifici i la referència cadastral que com es pot observar en la *"Il·lustració 24. Pestanya 'Datos administrativos'"*, ja ha estat introduïda. [32]
- **Dades del client.** El segon punt que es demana en aquesta pestanya són les dades del client pel qual és dur a terme l'estudi energètic. En aquest cas he introduït les meves dades.
- **Dades del tècnic certificador.** En l'últim punt d'aquesta pestanya ens demana les dades del tècnic certificador, ja que el programari està pensat per un ús professional, i hauria de ser el tècnic en qüestió qui hauria d'introduir les seves dades, però en aquest cas tornaré a utilitzar les meves.

Després d'introduir les dades que es demanen en la primera pestanya del programa, es procedeix a introduir les dades demandades en la pestanya de "Dades generals". Com es pot observar en la *"Il·lustració 25. Pestanya 'Dades generals'"*, es té dos apartats a completar:

- **Dades generals.** En aquest punt, cal introduir la normativa vigent, referent a l'any de construcció de l'edifici. Si s'introdueix l'any de construcció, automàticament la casella de la normativa vigent s'actualitza, definint així al normativa necessària. També cal definir si l'edifici d'estudi és un local o l'edifici complet. Un altre punt a introduir el perfil d'ús que es té en l'edifici, que representa el tipus d'intensitat que es té en les fonts internes de l'edifici (baixa, mitja o alta) i un dividit en quatre franges horàries d'utilització (8h, 14h, 16h o 24h) , pel nostre cas s'ha definit una "Intensidad Media" i una franja horària d'utilització de 24 hores diàries. La ubicació de l'edifici ja havia estat definida en la pestanya anterior, amb la qual cosa no ha estat necessari introduir-ho en aquesta. La zona climàtica ve predefinida en funció de la ubicació preestablerta, ho defineix el programa de manera automàtica, tot i que ha estat necessari rectificar-ho a una zona climàtica E1 a causa de l'altitud on es troba l'explotació, que és de 1.200 mt.
- **Definició de l'edifici.** En aquest apartat el programa ens demana introduir diferents dades d'un perfil més tècnic, que ens permetrà definir la superfície de l'edifici i els consum d'aigua i ventilació necessària per a l'edifici. A partir dels plànols que he realitzat de l'edifici en qüestió, i que es poden observar en l'apartat *"9.Plànols"* del treball, s'ha pogut definir la superfície útil de l'edifici, 588,6 m<sup>2</sup> i l'altura lliure de planta 4,85 mts d'alçada, una alçada mitjana entre la part alta i la part baixa de la nau. Al ser una nau industrial, el nombre de plantes habitables és 1. També s'ha definit la ventilació que ha de tenir l'edifici que és de 1,03 ren/h i la demanda diària que es té d'ACS en l'explotació que és 2993,04 L/dia, tots dos valors es troben justificats en l'annex del treball, en els apartats *"9.1. Càlcul de la ventilació necessària"* i *"9.2. Càlcul del consum d'ACS"*. Respecte a la massa de les particions internes el programa ens dóna a triar entre; lleugera (<200 kg/m<sup>2</sup>), mitjana (200<x<500 kg/m<sup>2</sup>) i pesada (>500 kg/m<sup>2</sup>). A causa de la inexistència divisòria interior, s'ha seleccionat una divisòria lleugera, ja que el programa et demana seleccionar-n'hi una, i s'ha seleccionat la lleugera perquè tingui una menor impacte en l'estudi de l'etiqueta energètica de l'edifici. En el moment de la construcció de l'edifici no es va dur a terme cap estudi

d'estanquitat, per això no és selecciona la casella. A més a més, s'adjunta una foto de l'edifici de l'explotació i una imatge del plànol del cadastre que ajudaran al programa a ubicar l'edifici objecte d'estudi.

**Datos generales**

Normativa vigente	NBE-CT-79	?	Año construcción	2003
Tipo de edificio	Edificio completo	Perfil de uso	Intensidad Media - 24h	
Provincia/Ciudad autónoma	Lleida	Localidad	Otro	
			Burg	
		Zona climática	E1	HE-1 HE-4 III

**Definición edificio**

Superficie útil habitable	588.6	m <sup>2</sup>
Altura libre de planta	4.85	m
Número de plantas habitables	1	
Ventilación del inmueble	1.03	ren/h
Demanda diaria de ACS	2993.04	l/día
Masa de las particiones internas	Ligera	

☐ Se ha ensayado la estanqueidad del edificio






Imagen edificio
Plano situación

**Il·lustració 25.** Pestanya "Dades generals"  
(Font: CE3X)

El seu pas per obtenir la nostra certificació energètica, és emplenar la pestanya de "Envolvente tèrmica" que tenim en el programa. En aquest apartat cal introduir les característiques estructurals de l'edifici, de la forma més precisa possible.

Mitjançant la descripció de l'edifici que s'ha fet en anteriors apartats d'aquest treball, el projecte d'obra de l'edifici i amb els plànols realitzats, es definirà cada element estructural que forma l'envoltant tèrmica, a partir de la superfície total de l'element, les propietats tèrmiques, l'orientació, patrons d'ombres que pugui tenir l'element estructural, entre altres punts a definir.

El programa ens ajuda a definir el tipus d'element estructural que tenim en el nostre edifici, mitjançant dibuixos seccionats d'un habitatge. Per tant, l'explicació de com s'ha definit cada element estructural de l'edifici, s'exposarà acompanyat d'una il·lustració del programa, extreta durant la definició de cada element. També cal destacar que s'ha calculat els valors de transmitància tèrmica de cada superfície de l'explotació, ja que es té coneixement dels diferents components que formen cada superfície. S'ha utilitzat la pàgina web "CTE WEB" [33], per obtenir el valor de transmitància tèrmica [ $m^2 \cdot K/W$ ] per cada component de la superfície i el document amb referència [22], per poder saber la resistència tèrmica  $R_{si}$  i  $R_{se}$  segons el tipus de superfície objecte d'estudi; terra, façanes o coberta.

A continuació, s'explica com s'ha definit cada element estructural de la nau industrial:

- **Sòl.** El programa ens permet triar l'opció si el terra es troba en contacte amb l'aire exterior o està en contacte amb el terreny natural. En l'explotació el terra es troba en



contacte amb el terreny natural. Té una superfície de 702 m<sup>2</sup> formada per 54 mt de llarg i 13 mt d'amplada. Cal destacar que el terra està format per una solera de formigó de 15cm i la instal·lació de calefacció radial. La instal·lació de calefacció radial està formada per una capa de 8mm de poliestirè extruït (XPS) que s'utilitza com aïllant tèrmic, com a capa intermèdia es té mòduls de 2,9 cm d'espessor per instal·lar els tubs de PEX pels quals circula l'aigua calenta i finalment es va instal·lar un paviment de 15 cm per elaborar l'acabat de la solera. En la "Il·lustració 26. Envoltant tèrmica Definició del Sòl", es pot observar que s'han estimat els paràmetres característics del tancament. S'hi ha introduït el perímetre del terra i s'ha seleccionat l'opció que dona el programa en cas de tenir un aïllant tèrmic, com és el cas. L'aïllant tèrmic es troba repartit al llarg de tota la superfície de la nau, justificant així l'opció triada. Finalment, perquè el programa pugui estimar la transmitància tèrmica del terra s'ha procedit al càlcul del valor de la resistència tèrmica,  $R_a$ , i s'han necessitat els documents amb referència [22] i [33] de la bibliografia del treball, per poder fer els càlculs correctes.

$$R_{a,sòl} = R_{si,sòl} + R_{formigó} + R_{XPS} + R_{inter} + R_{paviment} + R_{se,sòl}$$

$$R_{si,sòl} = 0,04 \frac{m^2 K}{W}$$

$$R_{formigó} = \frac{e_{formigó}}{\lambda_{formigó}} = \frac{0,15 m}{2,5 W/mK} = 0,06 m^2 K/W$$

$$R_{XPS} = \frac{e_{xps}}{\lambda_{xps}} = \frac{0,008 m}{0,035 W/mK} = 0,229 m^2 K/W$$

$$R_{inter} = \frac{e_{inter}}{\lambda_{inter}} = \frac{0,029 m}{0,033 W/mK} = 0,879 m^2 K/W$$

$$R_{formigó} = \frac{e_{formigó}}{\lambda_{formigó}} = \frac{0,15 m}{2,5 W/mK} = 0,06 m^2 K/W$$


$$R_{se,sòl} = 0,17 m^2 K/W$$

$$R_{a,sòl} = 1,438 m^2 K/W$$

Els valors  $R_{si}$  i  $R_{se}$ , són valors extrets a partir del CTE. Aquests valors varien en funció de la superfície objecte d'estudi. Finalment, tenint el valor de la resistència tèrmica del terra, s'ha introduït el valor al programa, i l'estimació que dona el programa com a transmitància tèrmica del terra,  $U_{sòl} = 0,33 W/m^2 K$ .


**Il·lustració 26.** Envoltant tèrmica. Definició del sòl  
(Font: CE3X)

- **Façana Nord-Oest.** Tal com s'ha explicat en anteriors punts del treball, les façanes de l'explotació estan formades per peces de formigó lleuger de 20 x 20 x 40 cm. La superfície total calculada, a partir dels plànols "Plànol 2. Distribució en planta de la nau" i "Plànol 5. Façana nord - oest" és de 67,016 m<sup>2</sup>. Tenint coneixement del material utilitzat per la construcció de les façanes de la nau, per aquest cas s'ha utilitzat la biblioteca del mateix programari per poder fer una estimació de la transmitància tèrmica de la façana Nord-Oest, la qual té un valor de 1,68 W/m<sup>2</sup>K. En la "Il·lustració 27. Envoltant tèrmica. Nord-Oest" es pot observar com s'ha definit un partit d'ombres per aquesta façana de la nau. Aquest patró d'ombres, s'explicarà com s'ha definit mitjançant en futurs punts d'aquest mateix apartat. En aquesta façana, hi trobem dues portes de grans dimensions, les quals estan formades per un material diferent que la mateixa façana i per tant el comportament energètic serà diferent en aquestes superfícies en comparació amb la resta de la façana nord-oest, per aquesta raó en els següents dos punts, s'explica com s'ha definit l'existència d'aquestes dues portes en aquesta façana de l'edifici.

 **Porta 1 – Façana Nord-Oest.** En la "Il·lustració 28. Definició paràmetres Porta 1" es pot observar com s'ha definit la porta 1 en funció dels diferents variables que ens permet modificar el programa. Inicialment s'indica en quina façana es troba la porta a definir, i seguidament es defineix les dimensions de la porta (5 x 4 m) i la quantitat de portes que podem trobar en la façana indicada, amb les mateixes dimensions, en el nostre cas únicament tenim una porta amb les mesures de 5x4m. El programari no té una interfase per poder definir portes, sinó que s'utilitza la possibilitat de definir els paràmetres d'una finestra, però



en el moment de definir el percentatge del marc que es té en aquella obertura de la façana, es defineix un 100% del marc. El percentatge del marc que tenim en l'obertura definida, és el paràmetre clau que ens permet definir una porta o una finestra. En ser portes metàl·liques corredisses, no tenen una bona estanquitat, per tant s'ha definit una permeabilitat de "Poco estanco". Per definir l'absorvitat de la porta, el programa ens permet elegir el color de la porta, en aquesta instal·lació és de color negre, per tant tenim uns absorvitat de radiació solar de 0.96. També es defineix el mateix patró d'ombres que la mateixa façana. Per últim, sol queda per definir els paràmetres característics de la porta, que s'utilitzen per estimar la transmitància tèrmica de la porta. En aquest cas s'ha definit el material del marc de la porta com a "Metàl·lic sense Ruptura del pont tèrmic", definit doncs una  $U = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

 **Porta 2 – Façana Nord-Oest.** Els paràmetres definits en aquesta porta es poden observar en la "Il·lustració 29. Definició Porta 2. Façana Nord-Oest". Les característiques de la segona Porta 2 són exactament iguals a la Porta 1, l'únic paràmetre que varia és la superfície, ja que aquesta segona porta té unes dimensions de 5,5 x 4 m. Els paràmetres d'absorvitat, orientació, característiques del material del marc són exactament iguals a la porta 1, definit així una transmitància tèrmica de  $U = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

**Il·lustració 27.** Envoltant tèrmica. Façana nord-oest.  
(Font: CE3X)



Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envoltent tèrmica Instalaciones

**Edificio Objeto**

- Cubierta con aire
- Muro de fachada - NE
- Muro de fachada - SO
- Muro de fachada - NO
- PORTA NO 1
- PORTA NO 2
- PT Pilar integrado en fachada
- PT Pilar en Esquina-Muro de fachada
- PT Contorno de hueco-POR
- PT Contorno de hueco-POR
- Muro de fachada - SE
- Suelo con terreno

**Envoltent tèrmica del edifici**

☐ Cubierta  
☐ Muro  
☐ Suelo  
☐ Partición interior  
☒ Hueco/Lucernario  
☐ Puente térmico

**Hueco/Lucernario**

Nombre: PORTA NO 1  
Cerramiento asociado: Muro de fachada - NO  
Orientación: NO

**Dimensiones**

Longitud: 5 m  
 Altura: 4 m  
 Multiplicador: 1  
 Superficie: 20.0 m<sup>2</sup>  
 Porcentaje de marco: 100 %

**Características**

Permeabilidad del hueco: Poco estanco 100 m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>  
 Absortividad del marco: α 0.96  
☐ Dispositivo de protección solar  
 Patrón de sombras: Mur natural façana NO  
☐ Doble ventana

**Parámetros característicos del hueco**

Propiedades térmicas: Estimadas

Tipo de vidrio:   
 Tipo de marco: Metálico sin RPT

U vidrio:   
 g vidrio:   
 U marco: 5.7 W/m<sup>2</sup>K

Zonas

Añadir Modificar Borrar Vista clásica

**II·lustració 28.** Definició paràmetres Porta 1. Façana Nord-Oest.  
(Font: CE3X)

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envoltent tèrmica Instalaciones

**Edificio Objeto**

- Cubierta con aire
- Muro de fachada - NE
- Muro de fachada - SO
- Muro de fachada - NO
- PORTA NO 1
- PORTA NO 2
- PT Pilar integrado en fachada
- PT Pilar en Esquina-Muro de fachada
- PT Contorno de hueco-POR
- PT Contorno de hueco-POR
- Muro de fachada - SE
- Suelo con terreno

**Envoltent tèrmica del edifici**

☐ Cubierta  
☐ Muro  
☐ Suelo  
☐ Partición interior  
☒ Hueco/Lucernario  
☐ Puente térmico

**Hueco/Lucernario**

Nombre: PORTA NO 2  
Cerramiento asociado: Muro de fachada - NO  
Orientación: NO

**Dimensiones**

Longitud: 5.5 m  
 Altura: 4 m  
 Multiplicador: 1  
 Superficie: 22.0 m<sup>2</sup>  
 Porcentaje de marco: 100 %

**Características**

Permeabilidad del hueco: Poco estanco 100 m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>  
 Absortividad del marco: α 0.75  
☐ Dispositivo de protección solar  
 Patrón de sombras: Mur natural façana NO  
☐ Doble ventana

**Parámetros característicos del hueco**

Propiedades térmicas: Estimadas

Tipo de vidrio:   
 Tipo de marco: Metálico sin RPT

U vidrio:   
 g vidrio:   
 U marco: 5.7 W/m<sup>2</sup>K

Zonas

Añadir Modificar Borrar Vista clásica

**II·lustració 29.** Definició Porta 2. Façana Nord-Oest  
(Font: CE3X)

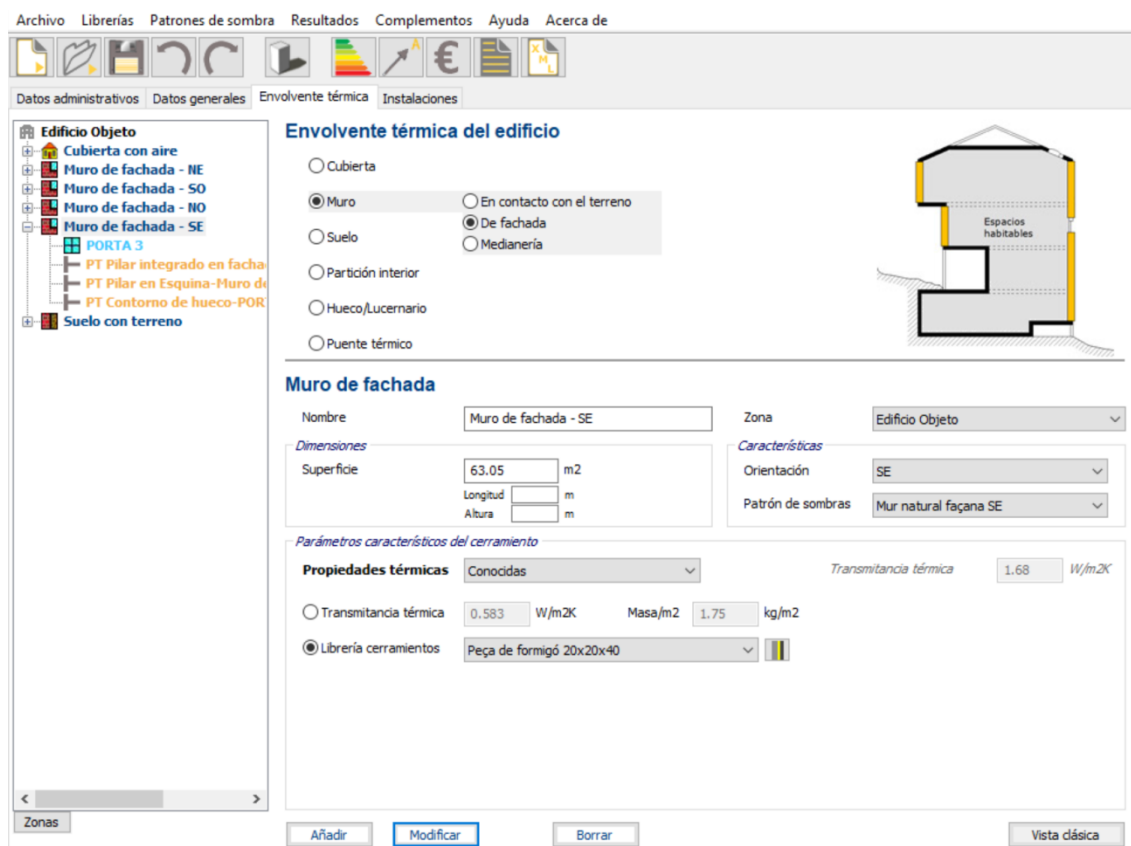
- **Façana Nord-Est.** En el “Plànol 3.Façana Nord-Est” es pot observar una representació gràfica de la façana i a partir de la “Il·lustració 30. Definició façana Nord-Est” es pot observar els paràmetres definits per aquesta façana en el programari. La façana està formada amb el mateix material que la resta de façanes, peces de formigó lleuger de 20 x 20 x 40 cm. Aquesta façana té una longitud total de 54 m i una alçada de 4,5 m, per tant una superfície total de 243 m<sup>2</sup>. Utilitzant la llibreria que ens proporciona el programa, definim que la superfície de la façana nord-est de la nau, està formada amb peces de formigó lleuger de 20 x 20 x 40 cm, i per tant definint una transmissió tèrmica de  $U = 1,68 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

**Il·lustració 30. Definició façana “Nord-Est”**  
(Font: CE3X)

- **Façana Sud-Est.** En el “Plànol 6. Façana Sud-Est” es pot observar la representació il·lustrativa de la façana, així com observar les dimensions de la porta que hi ha instal·lada. En la “Il·lustració 31. Definició façana Sud-Est” es pot observar la interfase per definir aquesta façana al programa. Per definir les característiques d'aquesta façana, es segueix el mateix procediment que en la resta de façanes. Definim la superfície total de la façana, que ha estat calculada mitjançant geometria bàsica i que té com a resultat una superfície de 63,05 m<sup>2</sup>. Es defineix el patró d'ombres parametritzat per aquesta façana i es defineix el material que forma la façana, mitjançant la llibreria del programa, amb les peces de formigó lleuger de 20 x 20 x 40 cm, fet que estima una transmissió tèrmica de  $U = 1,68 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Finalment, cal definir la porta que es troba ubicada en aquesta façana.

- **Porta 3. Façana Sud – Est.** La porta 3 té una superfície de 10 m<sup>2</sup>, ja que té una longitud de 2,5 m i 4 m d'alçada. Definint un percentatge del marc del 100%, i una absorptivitat de 0,96. En ser una porta corredissa, té molt poca

permeabilitat. Finalment, estimem que el material del percentatge del marc, és material metàl·lic sense ruptura del pont tèrmic, definint així una transmitància tèrmica per la porta de  $U=5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

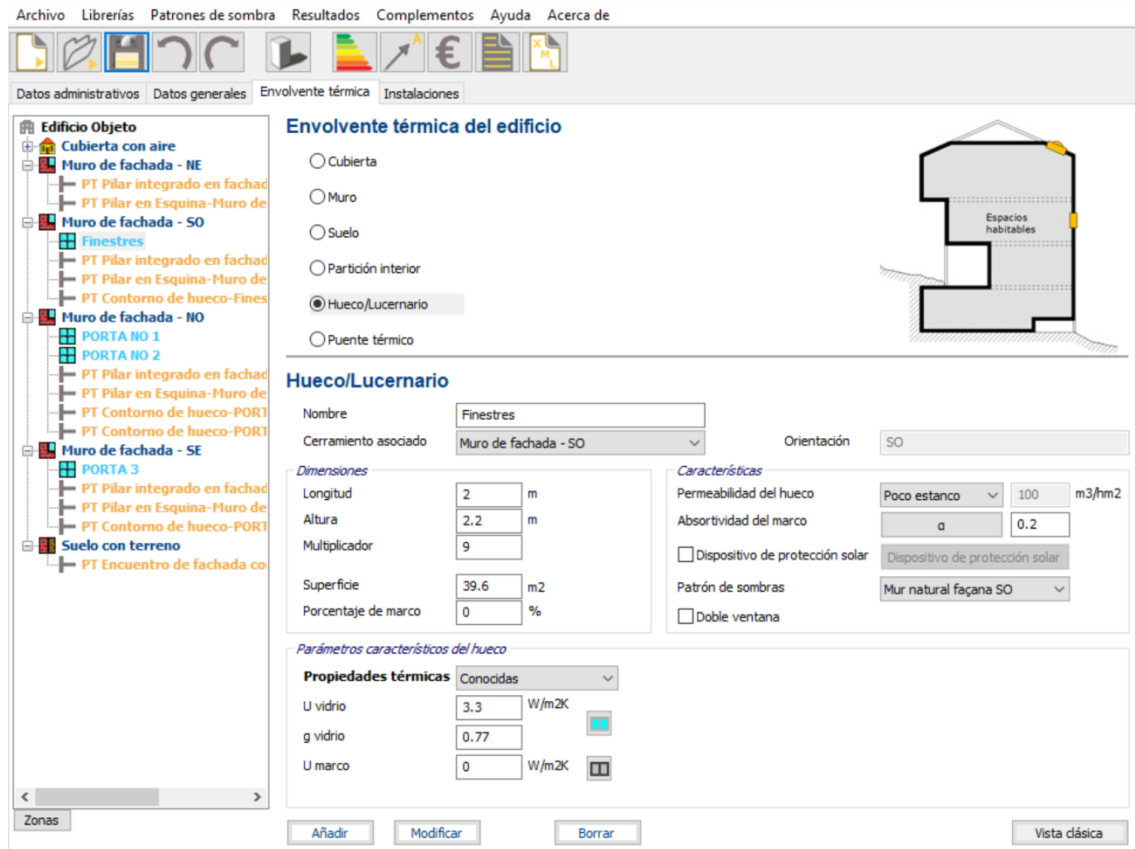


**Il·lustració 31.** Definició façana Sud – Est  
(Font: CE3X)

- **Façana Sud – Oest.** En el “Plànol 4. Façana Sud – Oest” es pot observar de forma il·lustrativa com és la façana, així com les dimensions de les finestres. En la “Il·lustració 32. Façana Sud-Oest” es pot observar els paràmetres definits per introduir la façana al programa. La façana sud – oest té una longitud de 54 m i una alçada de 5,2 m, per tant la superfície total de la façana és de 280,8 m<sup>2</sup>. El tancament d’aquesta façana és el mateix que en la resta de façanes, per tant s’utilitza el material, peces de formigó lleuger 20x20x40 cm, definit en la llibreria del programa. Per tant en aquesta superfície tenim una transmitància tèrmica de  $U=1,68 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

✚ **Finestres.** En aquesta façana hi ha instal·lades un total de 9 finestres, amb dimensions de 2 x 2,2 m. La “Il·lustració 32. Definició paràmetres de les finestres” ens permet observar com és la interfase del programa per poder definir les obertures a la façana. Les finestres són de color blanc, per tant tenen una absorbitat de 0,2. El percentatge de marc de les finestres és del 0%, ja que les hipotètiques finestres són obertures fetes en la mateixa façana, per tancades mitjançant planxes de policarbonat, per tant són finestres amb poca estanquitat i sense marc. Al tenir planxes de policarbonat instal·lades per realitzar el tancament de les obertures de les finestres, podem definir les propietats tèrmiques dels tancaments mitjançant la transmitància tèrmica del

polycarbonat. A partir de la fitxa tècnica del material amb referència [34] a la bibliografia del treball, sabent que el gruix de les planxes és de 10mm i polycarbonat transparent podem saber que la transmitància és de  $U = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ . A més a més, cal introduir el factor solar del material que es pot saber a partir de la norma UNE - EN140 amb referència [35], a partir de la normativa el factor solar del polycarbonat de 10mm transparent és de 0,77.



**II·lustració 32.** Definició paràmetres de les finestres  
(Font: CE3X)

- **Coberta.** En la “II·lustració 33. Definició coberta” es pot observar la interfase del programa per poder definir la coberta de l’explotació porcina. La coberta té una superfície total de  $702 \text{ m}^2$ . Definim la coberta, amb una ubicació en contacte amb l’aire exterior i per tant no és trobar enterrada (una altra opció que ens dóna el programa). Es defineix també el paràmetre d’ombres per la coberta, el qual s’explicarà en punts posteriors com s’ha dut a terme. Finalment, mitjançant la llibreria del programa es defineix el tipus de material que forma el tancament de la coberta, el qual es xapa d’acer prelacada amb un gruix de 0,8 mm i una capa de poliuretà projectat de 5cm, característiques que produeix tenir una transmitància tèrmica a la coberta de  $U = 0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

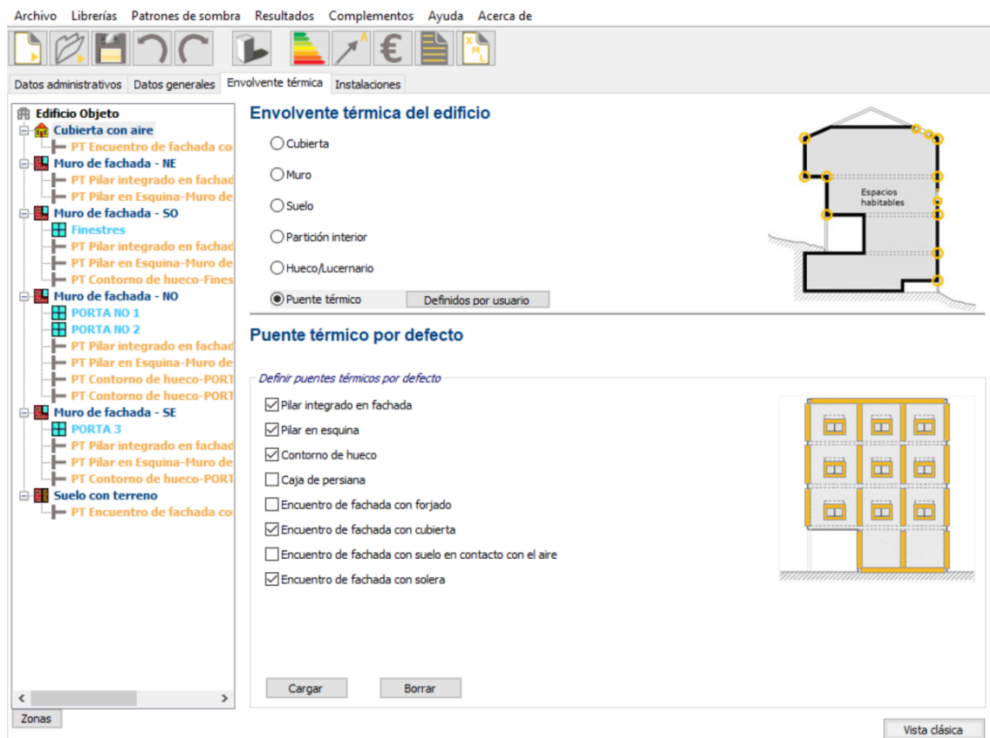
**Il·lustració 33.** Definició paràmetres de la coberta  
(Font: CE3X)

L'última part que queda per definir en aquest apartat de l'estudi és la definició dels diferents ponts tèrmics<sup>8</sup> que podem trobar en l'estructura.

Com podem observar en la “Il·lustració 34. Definició dels ponts tèrmics”, el programari ens permet seleccionar els diferents ponts tèrmics que hi ha en l'edifici, i automàticament són definits en funció de cada superfície. En aquest cas els ponts tèrmics seleccionats són els següents:

- **Pilar integrat en la façana.** Succeeix en les façanes nord – est i sud – oest.
- **Pilar en cantonada.** Succeeix en les quatre cantonades de l'edifici.
- **Contorn de forat.** Tot el perímetre dels tancaments de les finestres i les portes.
- **Contacte entre façana i coberta.** Al llarg del perímetre de tota la nau.
- **Contacte entre façana i solera.** Al llarg del perímetre de tota la nau.

<sup>8</sup> **Pont tèrmic.** Es considera pont tèrmic, la zona de l'envoltant de l'edifici on s'evidencia una variació uniforme de la construcció, ja sigui pel canvi de gruix del tancament, dels materials utilitzats o per penetració d'elements constructius amb diferent conductivitat. El que comporta necessàriament una minorització de la resistència tèrmica respecte a la resta de tancaments. [15]



**Il·lustració 34.** Definició dels ponts tèrmics  
(Font: CE3X)

Per poder completar l'estudi energètic de l'edifici i obtenir l'etiqueta energètica, cal definir la pestanya "Instal·lacions". El programa ens dóna dotze instal·lacions diferents que es poden definir a l'edifici objecte d'estudi, però en l'explotació que s'estudia en aquest treball únicament s'utilitzen 4 instal·lacions, que a continuació s'explicaran com s'han definit.

En l'explotació s'hi troba un equip pel sistema de calefacció i ACS (aigua calenta sanitària), el sistema d'il·luminació, sistema de ventilació i un equip de bombeig d'aigua calenta a qualsevol punt de la nau. En els següents punts s'explica, com s'ha definit cada sistema en el programa i com s'han calculat els consums definits i la raó per la qual s'ha triat aquest tipus d'instal·lacions.

- **Equip Calefacció i ACS.** En l'explotació s'utilitza la mateixa caldera per poder subministrar el consum diari de calefacció i aigua calenta. Com s'ha explicat en anteriors punts del treball, això és perquè el sistema de calefacció es basa en un sistema de calefacció radial mitjançant aigua calenta, per tant s'utilitza la mateixa caldera per escalfar l'aigua necessària però amb finalitats diferents. En la "Il·lustració 35. Definició equip d'ACS" es pot observar quines opcions dóna el programa per definir aquesta instal·lació. El generador que ens permet escalfar l'aigua és una caldera estàndard, que funciona amb gasoil. Aquesta caldera abasteix tota l'explotació, té una potència nominal de 58,7 kW amb un rendiment de 84%. Al no ser coneixedor de la quantitat exacta de consum de combustible anual, s'ha deixat la càrrega mitjana de la caldera, que és predefinida pel programa i és de 0,2. També s'indica el tipus d'aïllament que té la caldera, que en aquest cas és una caldera antiga i poc aïllada. Finalment el programa estima un rendiment mitjà estacional del 60,1 %. Si s'hagués fet un estudi de forma anual, per saber la quantitat exacta de consum de combustible, les

hores de funcionament i el poder calorífic del combustible el qual es podria extreure a partir de les factures, es podria tenir un càlcul més aproximat de la càrrega mitjana real de la caldera i per tant tenir un valor molt més aproximat sobre el rendiment mitjà estacional.

**Instalaciones del edificio**

☐ Equipo de ACS

☐ Equipo de sólo calefacción

☐ Equipo de sólo refrigeración

☐ Equipo de calefacción y refrigeración

☒ Equipo mixto de calefacción y ACS

☐ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

☐ Contribuciones energéticas

☐ Equipos de iluminación

☐ Equipos de aire primario

☐ Ventiladores

☐ Equipos de bombeo

☐ Torres de refrigeración

**Equipo mixto de calefacción y ACS**

Nombre: Calefacción y ACS

Zona: Edificio Objeto

**Características**

Tipo de generador: Caldera Estándar

Tipo de combustible: Gasóleo-C

**Demanda cubierta**

	ACS	Calefacción
Superficie (m2)	588.6	588.6
Porcentaje (%)	100	100

**Rendimiento medio estacional**

Estimado según Instalación

Potencia nominal: 58.4 kW

Carga media real (comb): 0.2

Rendimiento de combustión: 84 %

Rendimiento medio estacional (ACS y Calefacción): 60.0 %

Asilamiento de la caldera: Antigua con mal aislamiento

☐ Con Acumulación

**Il·lustració 35.** Definició equip de calefacció i ACS  
(Font: CE3X)

- **Sistema d'il·luminació i equipament elèctric.** En la "Il·lustració 36. Definició sistemes d'il·luminació i equipament elèctric" es pot observar com és la interfase del programa per poder definir els equips d'il·luminació i equips elèctrics. Els valors introduïts han estat calculats en l'apartat 9.3. Càlcul del consum elèctric, de l'annex del treball. S'ha definit que no hi ha un control d'il·luminació i s'hi ha introduït el valor de la potència instal·lada en W en funció del pic de consum que podem tenir en la instal·lació i els trams que es permet contractar a les empreses distribuïdores i també s'ha definit la il·luminació en l'explotació.

**Instalaciones del edificio**

☐ Equipo de ACS

☐ Equipo de sólo calefacción

☐ Equipo de sólo refrigeración

☐ Equipo de calefacción y refrigeración

☐ Equipo mixto de calefacción y ACS

☐ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

☒ Equipos de iluminación

☐ Equipos de aire primario

☐ Ventiladores

☐ Equipos de bombeo

☐ Torres de refrigeración

**Equipos de iluminación**

Nombre: Sistema d'il·luminació i equips elèctrics

Zona: Edificio Objeto

**Características**

Superficie zona: 588.6 m2

☒ Sin control de la iluminación

☐ Con control de la iluminación

**Eficiencia energética**

☒ Zona de representación

Definir características: Conocido (ensayado/justificado)

Potencia instalada: 31177 W

Iluminancia media horizontal: 282.57 lux

**Il·lustració 36.** Definició sistemes d'il·luminació i equipament elèctric  
(Font: CE3X)



- **Sistema de ventilació.** En la coberta de la nau, s'hi troben ubicats dos ventiladors de cabal constant que ajuden a la ventilació de la nau. Els ventiladors es troben en funcionament de forma constant i tenen una potència de 0,31 kW cadascun. En el programa definim els ventiladors com a ventiladors de cabal constant i amb la finalitat de refrigerar la nau. Definim les hores anuals de funcionament dels dos ventiladors i el programa calcula el consum energètic anual en kWh.

*Il·lustració 37. Definició dels ventiladors de la nau  
(Font: CE3X)*

- **Sistema de distribució de l'aigua.** Per distribuir l'aigua calenta s'utilitza una electrobomba d'1,095 kW. El nombre d'hores anuals de la demanda d'aigua que fa entrar en funcionament l'electrobomba és difícil fer una estimació, ja que el consum, en part, és causat per les necessitats dels animals, per tant el programa fa una estimació del nombre d'hores a estar en funcionament aquest tipus d'electrobomba en funció de la demanda total de kWh l'any i el consum màxim que pot produir aquesta electrobomba.

*Il·lustració 38. Definició electrobomba de distribució d'aigua. (Font: CE3X)*

Una vegada definides les instal·lacions que hi trobem en l'edifici, cal definir un patró d'ombres respecte a l'edifici objecte d'estudi, ja que pot haver-hi elements al voltant de la nau que poden influir en la radiació solar en alguna de les superfícies.

La definició del patró d'ombres és molt útil quan l'explotació es troba rodejada d'edificis o elements molt propers que puguin reflectir una ombra, però en aquest cas els elements que poden emetre ombres a l'edifici són relleus geogràfics que formen les valls on es troba ubicada la nau. Les distàncies on s'han ubicat els relleus geogràfics i l'alçada, que correspondria al desnivell, han estat mesurats a partir de l'aplicació Google Maps. Per aquest cas els elements naturals que es troben més a prop de l'explotació són arbres, però no tenen cap projecció d'ombres a les façanes o coberta de l'edifici, ja que els arbres tenen la mateixa alçada que la granja, a una distància suficientment lluny perquè no hi hagi cap projecció d'ombres per la seva part. Per tant, la projecció d'ombres definida per les diferents superfícies de la nau, seran produïdes per les muntanyes que rodegen la nau.

En la “Il·lustració 39. Definició de l'obstacle en façana Nord-Oest” es defineix el patró d'ombres de la façana Nord-Oest (NO). L'obstacle s'ubica a una distància de 400 m respecte a la façana i un desnivell entre edifici i muntanya de 400 m d'elevació. Aquest patró d'ombres, es defineix posteriorment a la façana nord-oest ja definida en el programa i en qualsevol obertura de la mateixa façana, en aquest cas la Porta 1 i Porta 2.

**Obstáculos rectangulares**

Definición del obstáculo rectangular

Orientación:

d:  m

d1:  m

d2:  m

Elevación:  m

Obstáculos rectangulares      Edificio objeto

**Polígono definido**

Acimut 1	<input type="text" value="121.0"/>	Elevación 1	<input type="text" value="44.1"/>
Acimut 2	<input type="text" value="149.0"/>	Elevación 2	<input type="text" value="44.1"/>
Acimut 3	<input type="text" value="149.0"/>	Elevación 3	<input type="text" value="0"/>
Acimut 4	<input type="text" value="121.0"/>	Elevación 4	<input type="text" value="0"/>

**Il·lustració 39.** Definició patró d'ombres en façana Nord-Oest  
(Font: CE3X)

En la “Il·lustració 40. Definició de l'obstacle en façana Nord-Est” es defineix el patró d'ombres de la façana Nord-Est (NE). L'obstacle s'ubica a una distància de 200 m respecte a la façana i un desnivell entre edifici i muntanya de 600 m d'elevació. Aquest patró d'ombres, es defineix posteriorment a la façana nord-est ja definida en el programa.

**Obstáculos rectangulares**

Definición del obstáculo rectangular

Obstáculos rectangulares      Edificio objeto

Orientación:

d:  m

d1:  m

d2:  m

Elevación:  m

Polígono definido

Acimut	Elevación
Acimut 1: <input type="text" value="-180.0"/>	Elevación 1: <input type="text" value="64.8"/>
Acimut 2: <input type="text" value="-90.0"/>	Elevación 2: <input type="text" value="64.8"/>
Acimut 3: <input type="text" value="-90.0"/>	Elevación 3: <input type="text" value="0"/>
Acimut 4: <input type="text" value="-180.0"/>	Elevación 4: <input type="text" value="0"/>

**Il·lustració 40.** Definició patró d'ombres en façana Nord-Est  
(Font: CE3X)

En la “Il·lustració 41. Definició de l'obstacle en façana Sud-Oest” es defineix el patró d'ombres de la façana Sud-Oest (SO). L'obstacle s'ubica a una distància de 1000 m respecte a la façana i un desnivell entre edifici i muntanya de 400 m d'elevació. Aquest patró d'ombres, es defineix posteriorment a la façana sud-oest ja definida en el programa i en qualsevol de les obertures de la mateixa façana, en aquest cas les finestres.

**Obstáculos rectangulares**

Definición del obstáculo rectangular

Obstáculos rectangulares      Edificio objeto

Orientación:

d:  m

d1:  m

d2:  m

Elevación:  m

Polígono definido

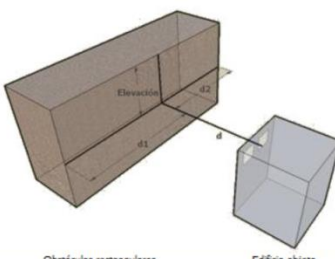
Acimut	Elevación
Acimut 1: <input type="text" value="28.3"/>	Elevación 1: <input type="text" value="21.0"/>
Acimut 2: <input type="text" value="61.7"/>	Elevación 2: <input type="text" value="21.0"/>
Acimut 3: <input type="text" value="61.7"/>	Elevación 3: <input type="text" value="0"/>
Acimut 4: <input type="text" value="28.3"/>	Elevación 4: <input type="text" value="0"/>

**Il·lustració 41.** Definició patró d'ombres en façana Sud-Oest  
(Font: CE3X)

Per acabar de definir el patró d'ombres, en la “Il·lustració 42. Definició de l'obstacle en façana Sud-Est” es defineix el patró d'ombres de la façana Sud-Est (SE). L'obstacle s'ubica a una distància de 500 m respecte a la façana i un desnivell entre edifici i muntanya de 650 m d'elevació. Aquest patró d'ombres, es defineix posteriorment a la façana sud-oest ja definida en el programa i en qualsevol de les obertures de la mateixa façana, en aquest cas les finestres.

**Obstáculos rectangulares**

*Definición del obstáculo rectangular*



Orientación:

d:  m

d1:  m

d2:  m

Elevación:  m

Obstáculos rectangulares      Edificio objeto

*Polígono definido*

Acimut 1	-66.8	Elevación 1	50.4
Acimut 2	-23.2	Elevación 2	50.4
Acimut 3	-23.2	Elevación 3	0
Acimut 4	-66.8	Elevación 4	0

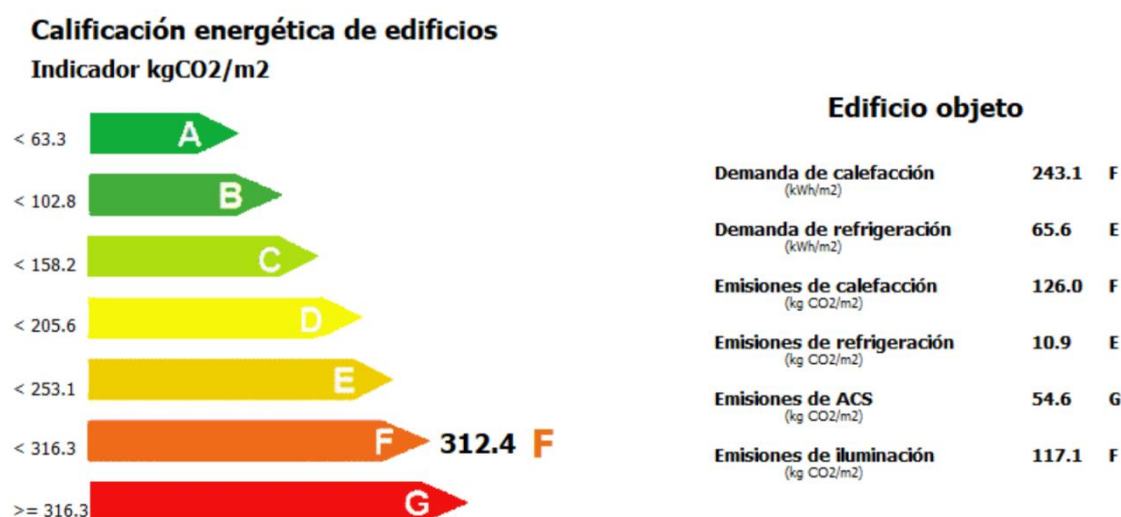
**Il·lustració 42.** Definició patró d'ombres en façana Sud-Est  
(Font: CE3X)

L'última superfície que ens queda definir-hi un patró d'ombres, és en la coberta de l'edifici. El patró d'ombres serà la suma dels quatre patrons anteriors.

### 3.3.4. Resultat qualificació energètica

Després d'haver introduït tots els paràmetres necessaris per dur a terme la certificació energètica, el programa qualifica el projecte mitjançant una etiqueta energètica, on exposa la quantitat d'emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  i les diferents demandes i emissions, en funció de la finalitat d'ús de l'energia utilitzada; calefacció, refrigeració, il·luminació o ACS.

En la següent il·lustració, es pot observar l'etiqueta energètica que utilitza el programa per classificar l'edifici:



**Il·lustració 43.** Etiqueta energètica segons situació actual  
(Font: CE3X)

A partir de la "Il·lustració 43. Etiqueta energètica segons situació actual" la qualificació energètica rebuda en l'explotació porcina és de classe tipus F, amb unes emissions de  $312,4 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ . Cal recordar que els edificis amb classificació energètica F són edificis ineficients, els



quals tenen consums per sobre de la mitjana dels edificis, i necessiten més energia per les condicions de confort necessàries. Una de les raons, entre moltes, per les quals s'obté aquest tipus de qualificació és perquè en l'edifici en qüestió s'han realitzat poques millores energètiques des de l'any de construcció i des d'un inici tenia un mal aïllament.

A la part de la dreta de la “Il·lustració 43. Etiqueta energètica segons situació actual” s'exposa també les demandes i emissions de les instal·lacions. En general totes les qualificacions són bastant negatives, però en el punt on es rep una millor qualificació són les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  en refrigeració. Els valors de refrigeració que hi ha evaluat el programari CE3X, no són del tot correctes i són valors que no s'haurien de tenir com una referència real, ja que cal tenir en compte que la temperatura mitjana durant l'estiu és de  $20^\circ\text{C}$ , que és l'època de l'any quan més refrigeració seria necessària, la temperatura mitjana segueix sent baixa i per tant es tindria fins i tot una demanda de calefacció en alguns instants del dia. Els resultats extrets pel programari CE3X, poden tenir algun error de càlcul a causa de la idoneïtat de la base de dades del qual extreu les dades necessàries per fer les simulacions, ja que l'explotació porcina es troba localitzada en una vall on s'haurien d'extreure les dades de temperatures de manera presencial a causa de la gran variació de temperatures entre les diferents altituds dins la zona climàtica E1.

S'observa que la demandes per calefacció en  $\text{kWh}/\text{m}^2$  és molt elevada i per tant rep una qualificació F. L'alta demanda per calefacció repercuteix en les seves emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  que es rep una qualificació també tipus F, així doncs si es redueix la demanda de calefacció es podria reduir dràsticament les emissions produïdes per l'explotació.

La pitjor qualificació rebuda és en les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  en ACS, ja que la demanda d'ACS és resultant al funcionament d'una caldera estàndard mitjançant gasoil tipus C, fet que provoca una gran quantitat d'emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ , i es rebi una qualificació tipus G.

També una alta quantitat d'emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  generades en l'explotació és degut al consum elèctric i il·luminació de la nau, els quals reben una qualificació energètica tipus F. És un altre aspecte amb gran marge de millora per poder obtenir una explotació molt més eficient.



## 4. Alternatives de millora



Obtinguda ja la qualificació energètica de l'edifici objecte d'estudi, amb una qualificació tipus F, la pitjor que es podia obtenir. En aquest apartat s'enumeren els diferents punts de millora que es podrien aplicar a l'edifici per obtenir una millor qualificació energètica.

S'estudia si cadascuna de les alternatives esmentades és ideal per l'explotació. L'elecció depèn dels beneficis generats en la posada en funcionament, com el grau de dificultat que suposa la implantació de la millora a l'explotació, sent en tots els casos econòmicament i tecnològicament viable.

Les alternatives esmentades poden ser de substitució o ampliació. Quan es parla de substitució, són les alternatives generades per la modificació d'il·luminació lumínica, ventilació o transport de l'energia. Per altra banda, les decisions d'ampliació fan referència a la instal·lació de noves alternatives a l'explotació porcina, com podrien ser la utilització d'alguna energia neta o l'automatització de l'explotació.

## 4.1. Alternatives d'aïllament tèrmic

Les explotacions porcines correctament aïllades es caracteritzen essencialment en la disminució de pèrdues i guanys de calor al llarg de l'any. L'aïllament tèrmic és clau perquè una granja porcina funcioni correctament durant tot l'any. La tria dels materials de construcció utilitzats en façanes i coberta són factors claus.

En una explotació porcina el material aïllant que s'utilitza per poder complir amb les necessitats de confort d'animals i conservació de la nau poden ser: poliestirè extruït (XPS), poliestirè expandit (EPS) i l'espuma de poliuretà.

Com ja s'ha explicat en anteriors apartats del treball, la coberta de la nostra instal·lació està formada per una xapa d'acer de 0,8 mm de gruix i per l'interior es va aplicar una capa d'espuma de poliuretà de 5cm projecta a la coberta de la nau per la part interior. En el cas de les façanes únicament estan formades per peces de formigó lleuger de 20x20x40 cm, per tant en aquest apartat hi tenim un marge de millora, ja que els materials aïllants en el que l'envoltant de la nau es refereix, són escassos.

A continuació s'explica els materials que es creuen convenient per instal·lar en la coberta i les façanes de l'edifici.

- **Aïllament de la coberta.** El que es proposa per la coberta és la instal·lació del panell sandwich in situ, per damunt de la xapa d'acer ja existent. Actualment en les instal·lacions porcines el panell sandwich és un producte molt habitual, ja que té una gran capacitat per aïllar tèrmicament espais interiors. Aquest producte està format per una capa interior de poliuretà o llana mineral, elements principals per produir l'aïllament tèrmic, de gruixos variables en funció de les necessitats de la instal·lació objecte d'estudi, i una xapa d'acer per la cara exterior amb gruixos variables entre 0,4 mm – 0,8 mm, segons el fabricant.
- **Rehabilitació tèrmica de la coberta.** Aquest punt es basa en substituir la coberta de xapa grecada que hi ha en la situació actual per una coberta de panell sandwich i policarbonats. Aquesta mesura ajudaria a l'explotació a dotar d'una coberta regular al





llarg de tota la superfície, afavorint l'entrada de llum natural durant les hores de claror i per tant és podria disminuir el consum elèctric destinat a la il·luminació de la nau, ja que no seria necessari disposar de tants fluorescents per obtenir una bona il·luminació. En aquesta mesura, cal tenir en compte la situació on es troba ubicada la granja, ja que és una demografia muntanyosa i seria convenient estudiar el nombre total de dies al llarg de l'any, en què pot haver-hi risc de nevades i per tant impossibilitar l'entrada de llum natural a l'interior de l'explotació. En funció dels dies de nevades abundants, s'hauria d'avaluar si podria suposar un risc pel desenvolupament i benestar dels animals o seria totalment viable en l'àmbit productiu. També, com qualsevol altra mesura, s'hauria d'estudiar la viabilitat econòmica que tindria l'aplicació d'aquesta millora.

- **Aïllament de les façanes.** Per l'aïllament tèrmic de les façanes el que també es proposa la instal·lació dels mòduls de panell sandwich per damunt de les parets de blocs de formigó. La diferència entre els mòduls de panell i en panell sandwich in situ, és la manera de procedir en el moment de fer la instal·lació del material.

## 4.2. Alternatives de millora d'instal·lacions existents

Les alternatives que es proposen en aquest apartat per poder-les aplicar a l'explotació objecte d'estudi, es basen en la millora energètica de les instal·lacions ja existents, com la calefacció per terra radial, il·luminació de la nau, sistema de subministrament d'aigua i ACS, en definitiva els diferents equips que es troben en l'explotació porcina. En ser una granja amb una antiguitat de més de quinze anys, produeix que hi hagi equipament poc eficient o responsable de importants emissions de  $\text{kgCO}_2$ . A continuació, es plantegen diferents punts que es podrien estudiar per reduir les emissions de  $\text{kgCO}_2$  i el consum d'energia de l'explotació, i com a conseqüència millorar l'eficiència energètica.

- **Il·luminació LED.** Tal com s'ha explicat en punts anteriors, el sistema d'il·luminació de la nau està format per 60 fluorescents convencionals els quals tenen un consum de 54 W cadascun, els quals tenen un funcionament de 16 h/dia. Per tant, substituint tots els fluorescents convencionals per fluorescents leds, els quals tenen un consum de 25 W s'aconseguiria reduir més de la meitat el consum elèctric anual destinat a la il·luminació de la nau.
- **Substitució caldera.** Actualment la caldera que hi trobem a la nau té un baix aïllament tèrmic i un rendiment mitjà, per tant aquesta millora es basa a substituir la caldera actual amb una caldera més eficient i menys contaminant, utilitzant una font d'energia més sostenible que el gasoil tipus C, ja que és la font d'energia que s'utilitza ara. Aquesta nova caldera pot ser una caldera de gasoil, caldera de biomassa alimentada amb pellets o caldera de biomassa alimentada amb estelles de fusta. L'opció més recomana es la utilització de calderes de biomassa, ja que és bassa sempre en una font d'energia més econòmica que el gasoil i les emissions de  $\text{kgCO}_2$  són molt menors. Cal destacar també que el preu del combustible és major i més volàtil que el preu en què es pot comprar productes com les estelles o pellets, els quals s'utilitzen per calderes de biomassa.



En aquesta explotació no es vol utilitzar una caldera elèctrica, ja que les emissions en  $\text{kgCO}_2$  són molt similars a les d'una caldera de gasoil com la que es té en la situació actual. [36]

### 4.3. Noves instal·lacions

Aquest tipus de millora es basa a introduir noves instal·lacions en l'explotació porcina. Aquestes millores són sistemes d'energia renovables, els quals tenen una alta eficiència energètica, ja que creen energia mitjançant recursos naturals i no contaminants. A continuació es farà referència a diferents instal·lacions d'energies renovables que es podrien utilitzar per a aquesta explotació, i en posteriors apartats del treball es seleccionarà la instal·lació que pot generar una major eficiència energètica.

- **Sistema plaques solars tèrmiques.** La instal·lació d'un sistema de plaques solars tèrmiques en la coberta de l'edifici, permetria aprofitar l'energia solar per escalfar l'aigua, per utilitzar-la en el consum d'ACS o calefacció de l'explotació. Les plaques solars tèrmiques són més econòmiques que les plaques fotovoltaïques, però el rendiment de la instal·lació és pitjor, ja que en aquest cas no s'aprofita el 100% de l'energia rebuda. Un punt negatiu és que el manteniment de les plaques solars tèrmiques és complex i normalment ha de ser l'empresa instal·ladora qui ha de fer el manteniment, per tant un sobrecost fix que hauria d'assumir el promotor en la seva explotació. [37]
- **Sistema plaques fotovoltaïques.** El sistema es basa a aprofitar l'energia solar i generar l'electricitat necessària per abastir el consum elèctric de l'explotació. Aquesta instal·lació té un principal avantatge, ja que a partir de la generació d'energia elèctrica pots abastir el consum d'energia elèctrica i el consum d'ACS o calefacció, mitjançant la implementació d'una o diverses calderes elèctriques en l'explotació. Un aspecte en contra, és que la inversió inicial que s'ha de dur a terme per aquesta instal·lació és major, ja que les plaques fotovoltaïques són més cares que les plaques tèrmiques. El manteniment és similar a les plaques tèrmiques, per tant el cost de manteniment és similar. [37]
- **Sistema d'aerogeneradors.** Aquesta tecnologia es basa en la instal·lació d'un aerogenerador de dimensions reduïdes amb els que estem habituats a veure, amb la capacitat de generar energia elèctrica a partir de l'energia cinètica generada pel vent. En aquest cas seria una bona alternativa a utilitzar, ja que en la zona en què es troba ubicada l'explotació és una vall i per tant la circulació d'aire és constant. Aquesta tecnologia té la capacitat d'orientar les pales de la turbina en funció de la potència registrada i la velocitat de l'aire, obtenint així una optimització en la producció d'energia elèctrica a partir de la força del vent. Aquest sistema pot ser utilitzat de dues maneres diferents; com a sistema aïllat de la xarxa elèctrica el qual emmagatzema l'energia elèctrica en un sistema de bateries o també ser un sistema connectat a la xarxa elèctrica i per tant es generaria un punt de subministrament d'energia elèctrica a la xarxa elèctrica, el que suposaria una disminució directa del cost de la factura elèctrica. [38]



## 4.4. Selecció d'alternatives

Per poder completar l'estudi energètic en qüestió, cal realitzar un estudi d'alguna o diverses alternatives esmentades anteriorment. En aquest treball es realitzarà un estudi de la implantació de les alternatives de millora en dos blocs diferents:

1. **Millora envoltant tèrmica.** En aquest punt la millora energètica que produeix la substitució de la xapa de la coberta per panell sandwich i l'aïllament de façanes amb la instal·lació de panel sandwich per la cara exterior de les façanes.
2. **Substitució il·luminació i caldera.** El segon bloc es basarà en la substitució de la il·luminació convencional per fluorescents led i el canvi de caldera de gasoil per una caldera de biomassa mitjançant pellets, fet que produirà la utilització d'equipament més eficient i amb menys nivells d'emissions de  $\text{kgCO}_2$ .

L'estudi energètic dels dos blocs presentats es durà a terme de forma separada, així doncs en finalitzar el projecte es podrà fer una comparativa entre els dos blocs, i el promotor en qüestió tindria la capacitat d'escollir quina de les alternatives podria aplicar en l'explotació depenent sempre de la viabilitat econòmica i la millora energètica que suposaria cadascuna.



## 5. Implantació de millores



En aquest gran bloc del treball es durà a terme l'estudi de l'impacte energètic i econòmic dels tres blocs proposats per millorar l'eficiència energètica de l'explotació.

L'estudi dels dos blocs es realitzarà de forma individualitzada, perquè el promotor en qüestió pugui tenir la capacitat d'elegir en funció de la inversió econòmica inicial que s'ha de realitzar per implantar la millora i els beneficis que obtindrà a partir d'aquesta millora energètica, ja sigui reduint les emissions de CO<sub>2</sub> provocades per la seva explotació o els possibles estalvis econòmics que es puguin obtenir a llarg termini, a conseqüència de la reducció del consum energètic.

## 5.1. Millora d'envoltant tèrmica

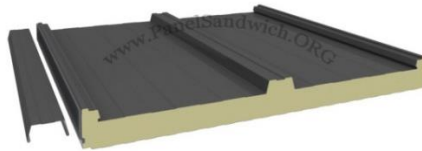
A les explotacions porcines és especialment necessari tenir les instal·lacions correctament aïllades, ja que es contribueix essencialment a la disminució de pèrdues i guanys de calor tant en èpoques gèlides o caloroses.

La primera millora que s'estudia per implantar en l'explotació és la millora de l'envoltant de la nau, per obtenir un millor aïllament tèrmic. L'estudi d'aquesta millora es durà a terme en dues fases; estudi de l'impacte energètic de la rehabilitació tèrmica de la coberta i posteriorment l'aïllament de les façanes. Una vegada obtinguts els resultats de la millora d'eficiència que produeix una millora en l'aïllament de l'edifici, es farà una comparativa per saber quina és millor implantar o si és millor aplicar les dues a la vegada per reduir el temps d'amortització de la inversió inicial.

### 5.1.1. Rehabilitació tèrmica de la coberta

Actualment la coberta està formada per una xapa simple de 0,8 mm de gruix i per la part interior hi trobem un capa de 5 cm de poliuretà projectat, material que té la funció de proporcionar l'aïllament tèrmic a la superfície de la coberta, però al tenir una capa de poliuretà projectat no és totalment regular al llarg de la superfície, el que suposa una uniformitat de l'envoltant de la coberta i per tant facilita l'aparició de ponts tèrmics en diferents punts de la coberta. L'aparició de ponts tèrmics en la coberta de l'estructura produeix l'aparició d'humitats i condensació per la part interior de l'estructura, fet que produeix que l'explotació no estigui correctament aïllada i per tant això es pot veure afectat amb el benestar dels animals.

La rehabilitació tèrmica de la coberta es durà a terme mitjançant la instal·lació del panell sandwich. El panell sandwich és un producte que està format per dues xapes d'acer prelacat de 0,6 mm de gruix cadascuna i entre les dues xapes d'acer hi trobem l'espuma de poliuretà expandit que és el material encarregat de produir l'aïllament tèrmic. El panell sandwich té una gran resistència mecànica i és un producte amb plenes garanties d'estanquitat per part dels fabricants. En la "Il·lustració 44. Panel sandwich coberta" es pot observar com és el producte que s'instal·laria en la coberta. [39]



**Il·lustració 44.** Panell sandwich per coberta  
(Font: Panelsandwich.org)

Com s'ha explicat en anteriors punts, una opció que també seria vàlida per la rehabilitació de la coberta, seria la instal·lació de policarbonats compatibles amb el panell sandwich, ja que ajudaria a obtenir una il·luminació amb llum natural durant moltes hores del dia, i produiria la reducció del consum d'energia elèctrica destinat a la il·luminació de la nau, però si s'apliqués aquesta mesura, no ajudaria en la millora tèrmica de la coberta, perquè les característiques tèrmiques del policarbonat són pitjors que les del panell sandwich. Els policarbonats compatibles amb panell sandwich, tenen com a màxim un gruix de 30 mm, fet que produeix que siguin totalment impensable la seva utilització per cobertes que s'han d'aïllar tèrmicament. Si es comparen els valors de la transmitància tèrmica dels dos productes, el panell sandwich per un gruix de 30 mm la seva transmitància és de  $U = 0,65 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , en canvi el policarbonat té una transmitància tèrmica de  $U = 1,65 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , per tant és totalment descartable la instal·lació d'aquest material, ja que facilitaria la creació de ponts tèrmics al llarg de la coberta i es dotaria l'explotació d'un incorrecte aïllament en la coberta. [39]

L'estudi de la viabilitat energètica i econòmica de la rehabilitació tèrmica de la coberta es durà a terme amb el mateix programari, CE3X, que es va realitzar l'estudi energètic amb la situació actual de l'explotació, així es pot fer una comparativa de l'impacte que té la rehabilitació tèrmica de la coberta, segons la reducció del consum per calefacció, ventilació o emissions de  $\text{CO}_2$ . D'altra banda per saber si aquesta mesura té una viabilitat econòmica, es realitzarà un pressupost del cost del material per saber la inversió inicial que s'hauria de realitzar i el temps que es trigaria a recuperar la inversió inicial feta, mitjançant l'estalvi en el consum energètic.

### 5.1.1.1. Estudi energètic rehabilitació coberta

Per poder dimensionar la millora energètica que suposa la instal·lació del panell sandwich en la coberta, únicament és necessari introduir els tipus de material pel qual estarà format el nou tancament per la coberta. El programari CE3X té una biblioteca de diversos materials, i per tant seleccionant els materials que componen la coberta amb els gruixos corresponents per cada material, el programari calcula la transmitància tèrmica que tindria la nova coberta.

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m <sup>2</sup> K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)
Acero	Metales	0.0	0.0006	50	7800	450
PUR Proyección con H...	Aislantes	2.143	0.06	0.028	45	1000
Acero	Metales	0.0	0.0006	50	7800	450

$R1+...+Rn$   
2.14 m<sup>2</sup>K/W

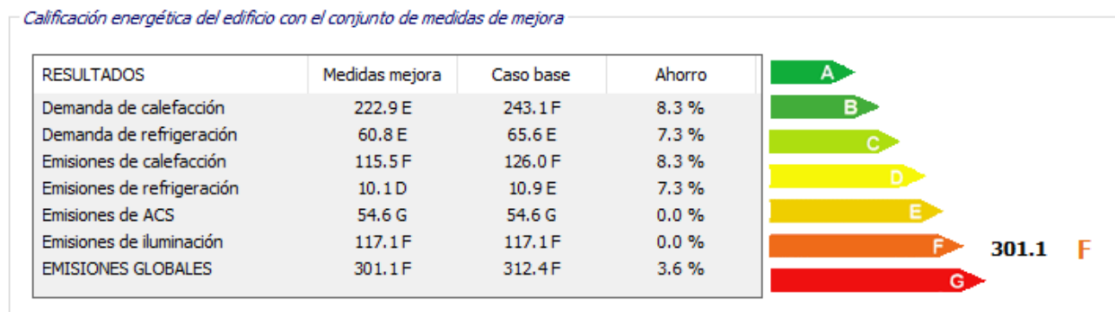
**Il·lustració 45.** Definició dels materials de la nova coberta  
(Font: CE3X)

En la “Il·lustració 45. Definició dels materials de la nova coberta” es pot observar els diferents materials definitis per la formació de la coberta i que són els materials els quals formen el panell sandwich.

- Xapa d'acer prelacat de 0,6 mm
- Espuma de poliuretà expandit de 100 mm – tipus PUR
- Xapa d'acer prelacat de 0,6 mm

S'han realitzat diferents proves sobre el comportament del panell sandwich amb gruixos majors a 5cm; 6, 7, 8, 9, 10 cm, i com seria d'esperar el panell de 10 cm de gruix produeix una major millora en el comportament energètic de la nau. Utilitzant el panell sandwich de 10 cm, s'obté una transmitància tèrmica de 0,27 W/m<sup>2</sup>K.

Mitjançant la definició d'aquest material per la coberta, l'etiqueta energètica que s'obtindria en l'explotació és la següent:



**Il·lustració 46.** Etiqueta energètica amb rehabilitació de la coberta  
(Font: CE3X)

Podem observar com la classificació de l'edifici ja seria del tipus F, únicament amb la rehabilitació tèrmica de la coberta, però s'ha aconseguit reduir de 312,4 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> a 301,1 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. Les demandes i emissions per refrigeració es reduïrien un 7,3% i les demandes i emissions per calefacció es reduïrien un 8,3% partint de la situació actual.

### 5.1.1.2. Estudi econòmic rehabilitació coberta

Una vegada fet l'estudi de la millora energètica que produeix la rehabilitació tèrmica de la coberta, cal estudiar la viabilitat econòmica d'aquesta millora. Per dur a terme aquest estudi caldrà tenir en compte la inversió inicial que s'ha de produir per rehabilitar la coberta i els temps que trigarem en què ens retorni la inversió feta inicialment, a partir de la reducció dels costos de consum.

L'estudi de viabilitat econòmica ho calcula el mateix programari CE3X.

Inicialment s'ha d'introduir els preus de mercat que té cada combustible, l'increment anual del preu de l'energia i el percentatge del tipus d'interès. Aquest procés es realitzarà per cada millora que s'estudiï i no serà necessari modificar-ho. En la “Il·lustració 47. Preus associats als combustibles” es pot observar els preus introduïts pels diferents combustibles, que s'han extret de les pàgines web; [www.preciogas.com](http://www.preciogas.com) i [www.caloryfrio.com](http://www.caloryfrio.com).



## Definición de los parámetros económicos

Precio asociado a los diferentes combustibles

Gas Natural	<input type="text" value="0.06"/>	€/kWh
Gasóleo-C	<input type="text" value="0.10"/>	€/kWh
Electricidad	<input type="text" value="0.13"/>	€/kWh
GLP	<input type="text"/>	€/kWh
Carbón	<input type="text" value="0.058"/>	€/kWh
Biocombustible	<input type="text"/>	€/kWh
Biomasa no densificada	<input type="text"/>	€/kWh
Biomasa densificada (pelets)	<input type="text" value="0.0497"/>	€/kWh

**Il·lustració 47.** Preus associats als combustibles  
(Font: CE3X)

Una vegada establerts els preus dels combustibles cal introduir també les dades econòmiques perquè el programa pugui tenir en compte l'increment anual del preu de l'energia i els tipus d'interès que s'hi apliquen. A la següent “Il·lustració 48. Dades econòmiques” es pot observar els valors introduïts, que s’han extret de pàgina web amb referència [40] a la bibliografia del treball.

Datos económicos

Incremento anual del precio de la energía	<input type="text" value="4.5"/>	%
Tipo de interés o coste de oportunidad	<input type="text" value="2.1"/>	%

**Il·lustració 48.** Dades econòmiques.  
(Font: CE3X)

El següent pas necessari perquè el programa pugui fer una estimació aproximada de la viabilitat econòmica de la millora, cal introduir la inversió inicial que s’ha de realitzar per implantar la millora.

A partir del pressupost “11.1. Material rehabilitació coberta” es té la inversió inicial que s’hauria de realitzar per rehabilitar la coberta. El desmuntatge de la xapa existent i muntatge del panel sandwich també s’ha tingut en compte en el pressupost, així es té un pressupost amb el cost màxim que s’hauria de fer inicialment. El cost del pressupost podria variar en cas que el muntatge i desmuntatge del material ho fessin els operaris de l’explotació, cosa que seria factible, ja que el panel sandwich és un producte que no requereix cap permís especial per la seva manipulació. El material necessari per a la coberta i millorar la transmissió tèrmica té un cost total de 24.689,09€.

Un altre paràmetre que és necessari introduir perquè el programa pugui fer l’estimació correcta dels temps de retorn de la inversió inicial i el càlcul del VAN<sup>9</sup> (€), és la vida útil que s’estima que tingui aquesta instal·lació. El panell sandwich presenta un gran cicle de

<sup>9</sup> **VAN.** El valor actual net (VAN) és un criteri d’inversió que consisteix a actualitzar els pagaments i cobraments d’un projecte o inversió per conèixer quins beneficis o pèrdues es generaran amb aquesta inversió. Si el VAN > 0, significa que la inversió generarà beneficis, si VAN = 0 significa que no produeix ni guanys ni pèrdues, i per últim si el VAN < 0, la inversió generarà pèrdues i per tant no s’hauria de realitzar la inversió.

durabilitat, mantenint les seves característiques d'aïllament com a mínim 40 anys. A més a més té la capacitat de no necessitar un manteniment i per tant la seva instal·lació no comporta cap cost de manteniment. [41]

### Valoración económica de las medidas de mejora de eficiencia energética

Conjunto	Tipo de medida	Vida útil (años)	Coste de medida (€)
Rehab coberta	Adición de Aislamiento Térmico	40	24689.09

**II·lustració 49.** Valoració econòmica de la rehabilitació de la coberta  
(Font: CE3X)

En la “II·lustració 49. Valoració econòmica de la rehabilitació energètica” podem observar el quadrant a omplir que ens apareix en el programari CE3X, en el qual s’hi ha introduït la vida útil, el cost inicial i el manteniment que requereix aquesta primera millora a realitzar.

El programa calcula el període que es tindria d’amortització de la inversió inicial i el VAN (€). Cal tenir en compte que els dos valors proporcionats pel programari CE3X, són valors teòrics, ja que no s’han pogut contrastar amb factures proporcionades pel promotor de l’explotació, a causa de no poder-hi tenir accés.

### Resultado del análisis económico

	Conjunto de mejoras	Años - Amortización simple (Análisis facturas)	VAN (€) (Facturas)	Años - Amortización simple (Análisis teórico)	VAN (€) (Teórico)
1	Rehab coberta			11.4	119885.4

**II·lustració 50.** Anàlisi econòmica de la rehabilitació de la coberta  
(Font: CE3X)

Finalment en la “II·lustració 50. Anàlisi econòmica de la rehabilitació de la coberta” es pot observar que el temps que es trigaria a amortitzar la instal·lació seria de 11,4 anys, surt un VAN positiu, i per tant indica que la rehabilitació tèrmica de la coberta generaria beneficis i és una alternativa positiva per l’explotació porcina. Amb un valor del VAN teòric de 119.885,40€ significa que anualment es té un estalvi de 2.997,14 €. És un benefici reduït si tenim en compte la inversió inicial que s’ha de produir però cal tenir en compte, però que no és quantificable pel que fa a costos generats per la demanda energètica, és la millora del benestar dels animals dins l’explotació porcina. La rehabilitació de la coberta, ajudarà que l’interior tingui una millor regulació de les temperatures i que la temperatura sigui molt més constant al llarg del dia, indiferentment en l’època de l’any que ens trobem i per tant això produiria una millora en la qualitat dels animals, i com a conseqüència es podria obtenir més ingressos en la venda del bestiar.

## 5.1.2. Millora aïllament tèrmic façanes

Per obtenir un millor aïllament tèrmic en les façanes, es farà un estudi sobre el cost d’instal·lació de panell sandwich de 6cm, per la part exterior de la nau. La instal·lació del panell ha de ser per la part exterior, ja que si s’instal·les per la part interior de la nau, es reduiria la superfície útil interior, també és un producte que és podria debilitar de forma més ràpida a causa dels possibles cops produït pels animals i a més a més hi trobem restriccions a causa de l’equipament que ja es troba instal·lat en l’interior de la nau, com els mòduls de cria, de

descans, etc. Perquè no hi hagi cap modificació estètica que pugui desvirtuar la integració de la nau en l'àmbit natural on es troba ubicada, el panell sandwich hauria de ser d'un color molt similar al formigó que es troba amb un acabat molt similar al color RAL 7001.

### 5.1.2.1. Estudi energètic aïllament de façanes

El procediment per realitzar l'estudi de l'impacte energètic que tindria l'aïllament de les façanes, es durà a terme de la mateixa forma que per la rehabilitació tèrmica de la coberta.

Mitjançant la biblioteca de material que disposa el programari CE3X, formarem la façana que es tindria a la nau, en cas d'instal·lar panell sandwich.



#### Librería de cerramientos

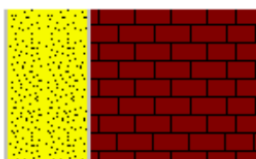
Nombre

*Características del cerramiento*

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m <sup>2</sup> K/W)	Espesor (m)	λ (W/mK)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)
Acero	Metales	0.0	0.006	50	7800	450
PUR Proyección con H...	Aislantes	3.571	0.1	0.028	45	1000
Acero	Metales	0.0	0.006	50	7800	450
BH aligerado hueco e...	Fábricas de bloque ...	0.424	0.2	0.472	760	1000



*R1+...+Rn*

4.0 m<sup>2</sup>K/W

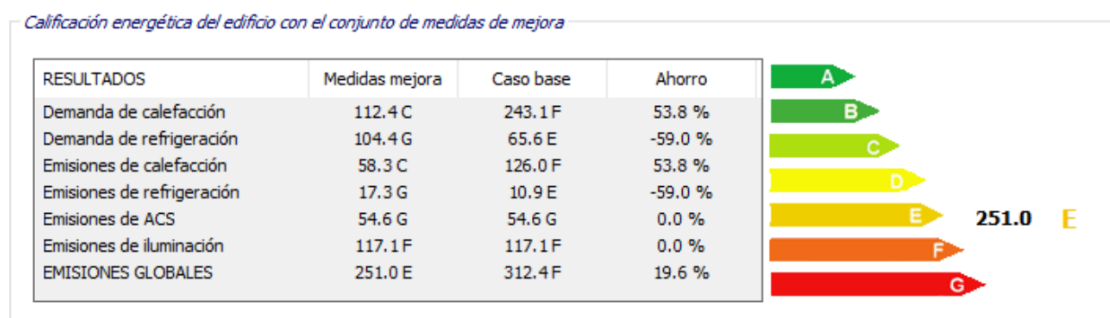
**Il·lustració 51.** Definició dels materials de la nova façana  
(Font: CE3X)

En la “Il·lustració 51. Definició dels materials de la nova façana” es pot observar els diferents materials definits, ordenats d'exterior a interior, per la formació de la façana els quals són:

- Xapa d'acer prelacat de 0,6 mm
- Espuma de poliuretà expandit de 100 mm – tipus PUR
- Xapa d'acer prelacat de 0,6 mm
- Bloc de formigó lleuger amb gruix de 200 mm (ja existent)

Amb la instal·lació del panell sandwich amb aïllament de poliuretà expandit de 10 cm de gruix per damunt de les façanes de formigó, passem a tenir una transmitància tèrmica de  $U = 1,68 \text{ W/m}^2\text{K}$  a  $U = 0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Amb una reducció quasi del 86% de la transmitància, ja es pot preveure que la reducció de demanda energètica que tindrem en l'explotació es reduirà dràsticament, únicament amb la instal·lació del panell sandwich de 10 cm.

Una vegada introduïda aquesta millora al programa, ens indica l'etiqueta energètica que s'obtingria en cas d'aplicar la millora. En la “Il·lustració 52. Etiqueta energètica amb millora de façanes” podem observar el resultat obtingut.



**Il·lustració 52.** Etiqueta energètica amb millora de façanes  
(Font: CE3X)

A partir dels resultats obtinguts podem observar la reducció de les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  generades per l'explotació porcina de  $312,4 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$  a  $251 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$  únicament amb la instal·lació del panell sandwich de façana de 10 cm, fet que produeix obtenir una etiqueta energètica tipus E i per tant haver reduït un 19,6% les emissions globals de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ . Aquesta reducció global de les emissions s'obté gràcies a l'estalvi energètic del 53,8% de la demanda de calefacció de la nau i les emissions generades per la calefacció, ambdues passant d'una qualificació tipus F a una qualificació tipus C en la demanda per calefacció. També cal tenir en compte que la demanda de refrigeració augmenta un 59% i com a conseqüència les emissions produïdes per la refrigeració, per tant és una millora que seria útil energèticament per l'explotació, però la demanda de refrigeració augmentaria. És necessari recalcar, que les temperatures agafades pel programa CE3X, es poden veure afectades considerablement a causa de la localització de la nau, ja que caldria prendre mesures de temperatures in situ.

En la "Il·lustració 52. Etiqueta energètica amb millora de façanes" podem observar com aquesta alternativa no produeix cap efecte a la demanda d'aigua calenta (ACS), ni en la il·luminació de les instal·lacions.

### 5.1.2.2. Estudi econòmic aïllament de façanes

El procediment per realitzar l'estudi econòmic d'aquesta millora té el mateix procediment que la millora anterior. Els preus dels combustibles, el tipus d'interès i l'increment anual de l'energia seran els mateixos.

A partir del pressupost "11.2. Material aïllament per façanes" obtenim el cost que tindria el material i el muntatge corresponen, per aïllar les façanes amb el panel sandwich corresponent. El preu del pressupost podria ser inferior en cas que el muntatge el fessin els mateixos operaris de l'explotació porcina, ja que és material que no requereix cap permís especial per la manipulació i el muntatge no resulta complicat. El material necessari per a les façanes i millorar la transmissió tèrmica té un cost total de 24.888,48€.

Com ja s'ha explicat en l'anterior punt del treball el panel sandwich té una vida útil mínima de 40 anys, per tant és el valor que s'introdueix en el programa com a vida útil de la millora objecte d'estudi.



### Valoración económica de las medidas de mejora de eficiencia energética

	mejora	Conjunto	Tipo de medida	Vida útil (años)	Coste de medida (€)
2	en fachada por el exterior	Millora façanes	Adición de Aislamiento Térmico	40	24888.48

**Il·lustració 53.** Valoració econòmica del aïllament de façanes  
(Font: CE3X)

El següent pas de fer la valoració econòmica de la mesura de millora que s'estudia en aquest apartat, el programa càlcul el temps d'amortització que tindrà la millora seleccionada en funció de la reducció de demanda energètica que es tindrà. El programa també realitza el càlcul del VAN en funció de la vida útil que té la millora estudiada. En la següent "Il·lustració 54. Resultat de l'anàlisi econòmic de l'aïllament de façanes" es pot observar com el temps d'amortització de la instal·lació és únicament de 2,2 anys. A més a més, ens resulta un VAN > 0, fet que produeix que la millora sigui totalment aconsellable d'implantar-la en l'explotació porcina, ja que produeix un estalvi econòmic de 18.305,96€ anualment. És una elevada quantitat econòmica, ja que la reducció d'estalvi pel que fa a demanda energètica per calefacció s'ha reduït un 53,8% i cal tenir en compte que el combustible utilitzat per calefacció és gasoil tipus C és dels combustibles més cars, per això també s'obté un benefici major al llarg dels quaranta anys de vida útil de la millora.

### Resultado del análisis económico

	Conjunto de mejoras	Años - Amortización simple (Análisis facturas)	VAN (€) (Facturas)	Años - Amortización simple (Análisis teórico)	VAN (€) (Teórico)
2	Millora façanes			2.2	732238.4

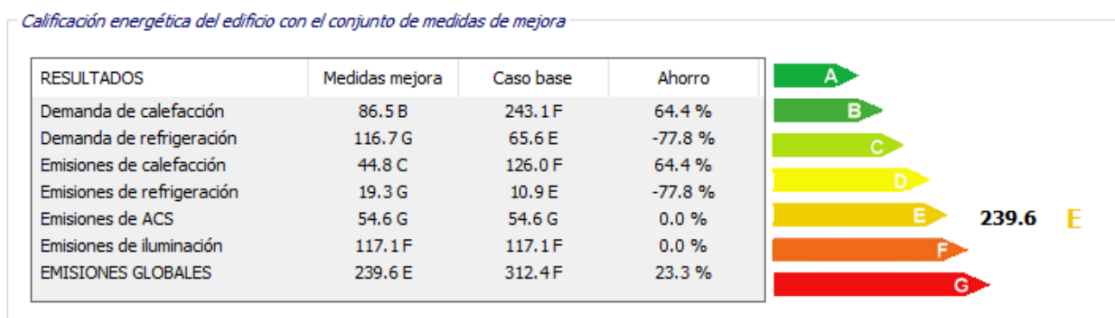
**Il·lustració 54.** Resultat de l'anàlisi econòmic de l'aïllament de façanes  
(Font: CE3X)

## 5.1.3. Rehabilitació de la coberta i aïllament de les façanes

En els dos apartats anteriors dins el bloc "5.1. Millora d'envoltant tèrmica", s'ha estudiat l'impacte energètic que tindrien dues alternatives; rehabilitació tèrmica de la coberta i aïllament de les façanes, aplicades de manera individual per millorar l'envoltant tèrmica de l'edifici.

En aquest apartat, es realitza l'estudi de l'aplicació d'ambdues alternatives a la vegada per dimensionar l'impacte energètic que tindria en l'explotació porcina i el temps d'amortització que es tindria en cas de fer una inversió inicial per les dues alternatives.

Les característiques del material que s'instal·la en la coberta i les façanes és exactament el mateix que els definits en apartats anteriors. Si introduïm les dues millores, en el programari CE3X l'etiqueta energètica que ens genera per la implantació de les dues alternatives, la podem observar en la següent "Il·lustració 55. Etiqueta energètica per les millores de l'envoltant tèrmica".



**Il·lustració 55.** Etiqueta energètica per les millores de l'envoltant tèrmica  
(Font: CE3X)

Com era lògic d'esperar, la implantació de les dues millores per l'envoltant tèrmica de la nau hi ha produït una millora en l'eficiència energètica de l'explotació, si ho comparem en els resultats obtinguts amb anterioritat. Podem observar com el resultat energètic respecte a les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ , s'hi han reduït de 312,4  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  fins a 239,6  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ , resultat que provoca canviar la qualificació en l'etiqueta energètica i com a conseqüència la reducció del 64,4% de la demanda energètica per calefacció i un 23,3% en el global de les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ .

Un aspecte negatiu a destacar és l'increment del 77,8% en la demanda energètica per refrigeració, a causa del bon aïllament que produiria la instal·lació del panell sandwich en la coberta i façanes de l'explotació. De totes maneres, respecte a l'impacte energètic podem donar com a millora útil la implantació d'aquestes dues millores de manera conjunta, perquè s'obté millors resultats que en qualsevol dels dos estudis realitzats per separat. També cal tenir present que les demandes per refrigeració són valors poc reals, ja que les temperatures exteriors durant l'any són molt baixes i durant la gran majoria d'hores durant l'any, es tindria demanda per calefacció però no per refrigeració.

Per poder avaluar correctament la instal·lació de forma conjunta de les millores, cal estudiar la viabilitat econòmica del projecte.

Al programari CE3X, cal introduir altra vegada la vida útil de les alternatives energètiques a estudiar i la inversió inicial que s'hauria de realitzar. Com ja s'ha argumentat amb anterioritat, el panell sandwich té una vida útil de quaranta anys, per tant aquest serà el temps que introduïrem com vida útil de les alternatives. D'altra banda, el cost de les dues alternatives no varien en cas d'aplicar-les de forma conjunta, ja que el preu del material i el muntatge d'aquest, no variaria en cap cas. Per saber la inversió inicial que s'hauria de realitzar, únicament seria necessari la suma de les dues inversions per separat, el qual resulta un valor de 49.577,57€.

Aquests valors al programari CE3X, s'introdueixen de manera individualitzada, però després es realitzen els càlculs de forma conjunta. En la següent "Il·lustració 56. Valoració econòmica de la millora de l'envoltant de l'edifici" es poden observar els valors introduïts.

#### Valoración económica de las medidas de mejora de eficiencia energética

3		Rehab tèrmica	Adición de Aislamiento Térmico	40	24689,09
4	fachada por el exterior	Rehab tèrmica	Adición de Aislamiento Térmico	40	24888,48

**Il·lustració 56.** Valoració econòmica de la millora de l'envoltant de l'edifici



(Font: CE3X)

Per finalitzar l'estudi de l'envoltant tèrmica de l'edifici, únicament queda per conèixer el termini d'amortització de la inversió realitzada inicialment i els beneficis generats durant el temps de la vida útil de les millores implantades de manera conjunta.

### Resultado del análisis económico

	Conjunto de mejoras	Años - Amortización simple (Análisis facturas)	VAN (€) (Facturas)	Años - Amortización simple (Análisis teórico)	VAN (€) (Teórico)
3	Rehab tèrmica			3,7	845904,2

**Il·lustració 57.** Anàlisi econòmic de la implantació de les millores de manera conjunta

(Font: CE3X)

Mitjançant la “Il·lustració 57. Anàlisi econòmica de la implantació de les millores de manera conjunta” es pot observar que és l'alternativa que millors valors econòmics adopta de les tres possibilitats estudiades. Observem que la inversió feta inicialment es tindria amortitzada en 3,7 anys. A més a més, durant el termini de la vida útil de les millores implantades s'obtingria un benefici de 845.904,20€, que equival a un estalvi anual de 21.147,60€, l'estalvi més gran si ho comparem amb els altres estudis realitzats anteriorment.

Aquestes millores també podrien produir una millora amb el benestar dels animals que es troben en l'interior, ja que cal recordar que en les explotacions porcínes es necessita temperatures no inferiors als 22°C i que sigui el més constant possible.

Tot i que aquest estudi no entra en les competències d'estudi d'aquest treball i s'haurien d'analitzar en un altre treball, la implantació d'aquestes alternatives que ajuden a augmentar l'aïllament tèrmic de la granja, es podrien veure involucrades en una millora de la qualitat dels animals produïts en aquesta explotació, fet que produiria obtenir més ingressos, ja que es vendrien exemplars de major qualitat.





## 5.2. Millora d'equipament existent en l'explotació

En aquest segon apartat de l'estudi de les diferents millores que es poden emprendre en l'explotació, s'estudiaran els beneficis que produeixen la renovació d'equipament, que ja és existent en les instal·lacions, però a causa de l'antiguitat dels mateixos han quedat totalment ineficients. S'estudiarà per quins elements es poden substituir, es representarà la millora que produeixen i finalment s'exposarà el temps de retorn que es tindrà de la inversió inicial que s'hauria de fer, en cas d'aplicar la millora.

L'estudi de les millores de l'equipament existent s'estudiaran en quatre apartats individuals:

- Substitució de la il·luminació convencional de la nau per fluorescents leds.
- Substitució de la caldera de gasoil per una caldera de biomassa de pellets.
- Substitució il·luminació i caldera.
- Millora envoltant tèrmica + substitució d'il·luminació i caldera.

Fent l'estudi d'aquesta forma, es vol aconseguir una comparativa per poder saber quina seria la millor opció a implantar en l'explotació per part del promotor, en funció de la inversió inicial a fer i el temps de retorn que es tindria per cada millora o paquet de millores.

### 5.2.1. Instal·lació d'il·luminació LED

L'estudi d'aquesta millora es basa en la substitució dels 60 fluorescents convencionals que hi trobem en la instal·lació per fluorescents leds. Aquesta millora produeix que hi hagi una menor demanda elèctrica per la il·luminació de la nau, ja que els fluorescents leds tenen un 50% menys de consum que els fluorescents convencionals i a més a més tenen una major il·luminació; mesurada en lúmens, això significa que per aconseguir la il·luminació que hi trobem en la situació actual no serà necessari la instal·lació de 60 fluorescents leds, sinó que la xifra serà inferior i per tant també reduirà el consum elèctric destinat a la il·luminació de la nau.

El programari calcula la demanda elèctrica de la nau en funció de la potència contractada. Les companyies elèctriques no permeten contractar una mesura exacta de potència elèctrica, sinó que es basen en rangs de potència. Per tant, en funció de la reducció de demanda elèctrica que s'obtingui en la substitució dels fluorescents, es podrà reduir més o menys el rang de potència contractada. També caldrà tenir en compte la resta d'equipament elèctric que es troba en l'explotació porcina; plaques calefactables, bombetes infraroges, equipament de neteja, etc; per realitzar l'estudi de la potència a contractar.

#### 5.2.1.1. Estudi energètic d'il·luminació LED

En la situació actual, tenim un total de 282, 57 luxs en tota la superfície de l'explotació. Segons el Reial Decret 1135/2002, es necessita un mínim de 40 lux al llarg de la nau, per tant es podria reduir bastant la quantitat de luxs i també la quantitat de fluorescents a instal·lar.

En l'apartat "9.5. Càlcul il·luminació LED" s'ha calculat la quantitat de fluorescents necessaris per obtenir un il·luminació mínima de 120 luxs en tota la superfície de la nau, que ha donat com a resultat un total de 18 fluorescents. La variació de la quantitat de fluorescents a utilitzar i

el seu consum més eficient provoca que s'hagi de recalculer la potència a contractar per l'explotació porcina. En la situació actual es té una potència contractada de 31,177 kW, però amb la reducció de consum dels fluorescents cal estudiar si es podria contractar una tarifa elèctrica inferior per estalviar costos de demanda energètica a l'explotació, així produir una major rendibilitat de la inversió que s'ha de fer inicialment.

Es calcula la potència elèctrica a contractar:

$$\text{Consum}_{\text{max instant}} = \text{Consum}_{\text{led}} + \text{Ventilació} + \text{Equip neteja} + \text{Electrobomba} + \text{Infrarrojos} + \text{Plaques} = 27,365 \text{ kW}.$$

Per tant segons els trams d'energia que ofereixen les empreses que subministren energia elèctrica es podria contractar una potència de 27,713 kW.

Com podem observar en la “Il·lustració 58. Aplicació il·luminació LED” s'hi ha introduït la nova potència instal·lada a l'explotació i la il·luminació mitja horitzontal, la qual és mesura en 122,33 luxs.

**Medida de mejora en el equipo de iluminación**

Nombre: Sistema d'il·luminació i equips elèctrics      Zona: Edificio Objeto

**Características**

Superficie zona: 588.6 m2      ☒ Sin control de la iluminación  
☐ Con control de la iluminación

**Eficiencia energética**

☒ Zona de representación      Actividad: Otros

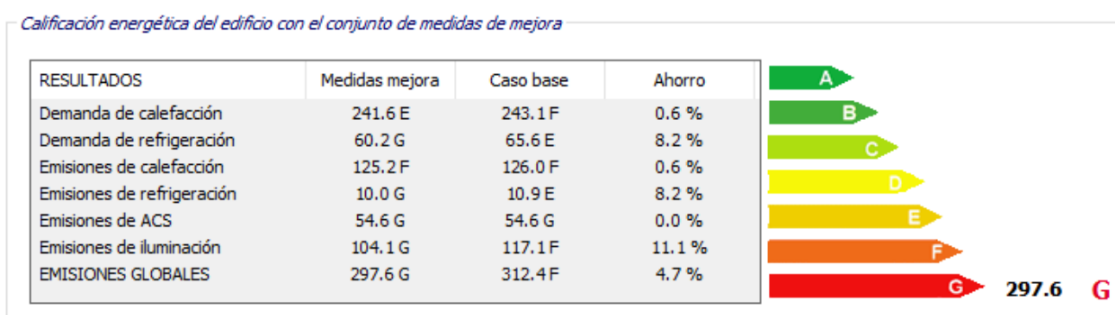
Definir características: Conocido(ensayado/justificado)

Potencia instalada: 27713 W

Iluminancia media horizontal: 122.33 lux

**Il·lustració 58. Aplicació il·luminació LED**  
(Font: CE3X)

En la “Il·lustració 59. Etiqueta energètica amb il·luminació LED” podem observar l'efecte positiu que produeix la instal·lació de la il·luminació LED a la nau, ja que es redueix la demanda energètica i emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  en la majoria dels apartats en què es divideix l'estudi energètic. On es produeix una major millora és en la demanda i emissions per refrigeració on s'estalvia un 8,2% i també en les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  en il·luminació on s'estalvia un 11,1%. Per tant es pot concloure que en l'àmbit energètic produeix un impacte notable i per tant és una millora molt bona per aplicar en l'explotació. Únicament cal avaluar la millora segons la viabilitat econòmica.



**Il·lustració 59. Etiqueta energètica amb il·luminació LED**  
(Font: CE3X)

### 5.2.1.2. Estudi econòmic d'il·luminació LED

En el punt “9.5. Càlcul il·luminació LED” s’ha calculat el cost de la inversió inicial que s’hauria de realitzar per la substitució de la il·luminació i la vida útil de la millor en qüestió. En la “Il·lustració 60. Valoració econòmica de la il·luminació LED” es pot observar la vida útil introduïda de 8,56 anys, ja que equival a les 50.000 h de vida útil que informa la fitxa tècnica dels fluorescents a instal·lar i també el cost de la inversió inicial a fer, que equivaldria a la compra dels 18 fluorescents per la instal·lació.

#### Valoración económica de las medidas de mejora de eficiencia energética

	mejora	Conjunto	Tipo de medida	Vida útil (años)	Coste de medida (€)
1	erta	Rehab coberta	Adición de Aislamiento Térmico	40	24689.09
2	en fachada por el exterior	Millora façanes	Adición de Aislamiento Térmico	40	24888.48
3	erta	Rehab tèrmica	Adición de Aislamiento Térmico	40	24689.09
4	en fachada por el exterior	Rehab tèrmica	Adición de Aislamiento Térmico	40	24888.48
5		LED	Instalaciones	8.56	561.96

*Il·lustració 60. Valoració econòmica de la il·luminació LED*  
(Font: CE3X)

Finalment en la “Il·lustració 61. Anàlisi econòmic de la il·luminació LED” es pot observar l’anàlisi econòmic de la millora aplicada, que es basa a calcular el temps d’amortització de la millora implantada el qual és de 0,2 anys que equivaldria a dos mesos i mig, i també el càlcul del VAN que ens indica el benefici que generaria la millora implantada durant la seva vida útil, la qual seria de 29.390,60 €. Sabent que la vida útil és de 8,56 anys, significa que amb la instal·lació de la il·luminació LED produirà beneficis per valor de 3.433,48 € anualment, durant la seva vida útil.

#### Resultado del análisis económico

	Conjunto de mejoras	Años - Amortización simple (Análisis facturas)	VAN (€) (Facturas)	Años - Amortización simple (Análisis teórico)	VAN (€) (Teórico)
4	LED			0.2	29390.6

*Il·lustració 61. Anàlisi econòmic de la il·luminació LED*  
(Font: CE3X)

Es pot concloure que la implantació d’il·luminació LED en l’explotació porcina, és un millora a destacar, ja que produeix beneficis reduint la demanda energètica, les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  i produint estalvi econòmic de forma immediata.

Quedaria per veure, si és una millora que és més útil d’aplicar-la de manera individual o juntament amb altres millores.

### 5.2.2. Instal·lació caldera de biomassa

El segon subapartat que es vol estudiar és la millora que produeix energèticament la substitució de la caldera de gasoil que trobem actualment en l’explotació, per una caldera de biomassa amb utilització de pellets.

La utilització de calderes de biomassa tenen grans beneficis; poden generar fins a un 50% d’estalvi en costos per calefacció, preus dels combustibles poc volàtils, els combustibles

utilitzats produeixen menys emissions de  $\text{kgCO}_2$ , però totes aquestes millores s'aconsegueixen sempre que la instal·lació de les calderes sigui adequada i la caldera sigui automatitzada. [42]

### 5.2.2.1. Caldera de biomassa con pellets

Una caldera de biomassa és un sistema de calefacció eficient que també té la capacitat de produir aigua calenta, perquè utilitza fonts d'energia naturals de fàcil regeneració i es converteix en una solució econòmica i respectuosa amb el medi ambient, per tant és una caldera perfecta a instal·lar en la nostra explotació porcina, ja que actualment la caldera de gasoil s'utilitza per calefacció i aigua calenta sanitària (ACS), i produeix uns alts nivells de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ . [43]

El funcionament d'una caldera de biomassa es basa en la combustió del combustible natural utilitzat per generar la flama horitzontal. La calor que es genera en l'interior de la caldera, es transmet al circuit d'aigua, que aquest es troba localitzat en l'intercanviador que aquest tipus de caldera porten incorporades. Així doncs, obtenim l'aigua calenta sanitària que intervé en la calefacció de la nau. A continuació, la "Il·lustració 62. Detall caldera de biomassa" es pot observar un exemple de les diferents parts que formen una caldera de biomassa amb calefacció i aigua calenta. [43]



**Il·lustració 62.** Detall caldera de biomassa  
(Font: Hidrotarraco.es)

Els elements que es troben enumerats en la imatge són els següents:

- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| 1. Dipòsit d'emmagatzematge dels pellets | 6. Cargol sense-fi de dosificació |
| 2. Vàlvula de buit                       | 7. Sonda lambda                   |
| 3. Separador                             | 8. Cremador                       |
| 4. Turbina d'aspiració                   | 9. Encès automàtic                |
| 5. Accionament del cargol sense-fi       | 10. Sensors massa d'aire          |
|  | 11. Intercanviador de calor       |



El funcionament interior de la caldera de biomassa s'inicia amb el funcionament de la turbina d'aspiració integrada que aspira els pellets al dipòsit d'emmagatzematge. Els pellets són transportats per un cargol sense-fi de dosificació fins a la rampa de descàrrega i cauen a través de la canalització del cremador. A continuació, el sistema d'encès automàtic per aire calent inflama els pellets. Finalment l'intercanviador de calor transfereix l'energia dels gasos de combustió a l'aigua que es troba en l'intercanviador.




Cal tenir en compte que aquests tipus de calderes automatitzades són molt eficients a causa dels sistemes de combustió DCC (Doble Control de Combustió) compostos per la sonda lambda i sensors de massa d'aire que porten incorporats, ja que controlen el procés de combustió. La sonda lambda determina la sincronització del cargol sense-fi de dosificació i l'alimentació d'oxigen. Amb aquest funcionament es garanteix la combustió eficient en tots els rangs de potència. [44]

La sonda lambda ubicada a la sortida de gasos de la caldera aporta contínuament dades sobre l'oxigen residual en aquests gasos i amb combinació amb els sensors del flux d'aire, permeten determinar la qualitat del pellet utilitzat com a combustible. Per aquesta raó la utilització d'aquest tipus de tecnologia produeix l'obtenció de valors d'eficiència molt bons i la reducció de gasos contaminants en qualsevol dels rangs de potència utilitzats. [45]

Per poder realitzar la instal·lació d'una caldera de biomassa, és necessari ubicar un dipòsit d'emmagatzematge de grans dimensions on emmagatzemar els pellets que s'utilitzen de forma constant quan la caldera es troba en funcionament. El sistema d'emmagatzematge té diferents opcions a triar que en la següent "Taula 7. Emmagatzematge i obtenció dels pellets" s'expliquen.

**Taula 7. Tipus d'emmagatzematge i obtenció dels pellets**  
(Font: Hidrotarraco)

Tipus d'emmagatzematge	Il·lustració
<p><b>Sonda d'aspiració.</b> Els pellets es troben ubicats en una habitació d'importantes dimensions. L'obtenció dels pellets es basa en l'aspiració d'aquests. Aquest sistema té gran flexibilitat i preu rendible, a més a més permet tenir diversos punts d'aspiració.</p>	 <p>Il·lustració 63. Emmatzematge per aspiració</p>
<p><b>Mecanisme cargol sense-fi.</b> És un mecanisme que s'utilitza majoritàriament per dipòsits rectangulars, amb una extracció per la part frontal, ja que permet obtenir un buidatge quasi complet, sempre que el sòl del dipòsit tingui una inclinació de 45°.</p>	 <p>Il·lustració 64. Sistema mecanisme cargol sense-fi</p>

<p><b>Punt d'aspiració.</b> Tipus d'emmagatzematge que es basa en la ubicació de diversos punts d'aspiració en el sòl o sòl inclinat del dipòsit.</p>	 <p><i>Il·lustració 65. Emmagatzematge amb punts d'aspiració</i></p>
<p><b>Dipòsit subterrani.</b> És un sistema d'emmagatzematge que s'utilitza molt on l'espai a calefactar manca d'espai ideat per la instal·lació de la caldera i el dipòsit d'emmagatzematge. Per tant és una opció que ens permet estalviar espai en un edifici, però que la inversió inicial a fer seria major a la resta de sistemes, ja que és necessari equipament especial per fer el dipòsit subterrani.</p>	 <p><i>Il·lustració 66. Dipòsit d'emmagatzematge subterrani</i></p>
<p><b>Sitja tèxtil.</b> És un sistema dissenyat especialment per l'emmagatzematge dels pellets, per la seva capacitat màxima amb els mínims requeriments d'espai possible. També és l'opció econòmica, ja que no requereix l'habilitació de cap habitació independent entre caldera i dipòsit.</p>	 <p><i>Il·lustració 67. Emmagatzematge amb sitja tèxtil</i></p>

### 5.2.2.2. Selecció de caldera de biomassa

D'acord amb el RITE, les calderes de biomassa utilitzades per la producció de calor han de tenir un rendiment instantani del 75%. És suficient si s'indica únicament per quan s'utilitza el 100% de la potència màxima i per un dels combustibles que es preveu utilitzar en la instal·lació. És necessari indicar la temperatura mitjana de l'aigua del conjunt de caldera – sistema de combustió per la potència màxima demandada pel sistema de calefacció i pel sistema d'aigua calenta sanitària, sempre que es tinguin aquests dos sistemes. [45]

A continuació, es fa esmena a diferents punts a tenir en compte, en el moment d'elegir una caldera de biomassa, segons el Instituto de Diversificación y Ahorro de la Energía: [45]

- Tipus i qualitat del combustible amb el qual alimentar la caldera.
- Escollir una caldera d'alt rendiment (>90%) i amb baixes emissions.
- Caldera amb elevat sistema d'automatització, per una millor comoditat, reduint al mínim les tasques de manteniment a realitzar.
- Aconsellable escollir calderes amb sistemes de potència modulables, ja que permet implementar una potència o altra, per adequar-la a la demanda existent en cada moment. També es valora positivament la inclusió de sistemes de telecontrol dels paràmetres de la caldera, ja que facilita molt a realitzar les revisions de manteniment.



- Disponibilitat de distribuïdor i empresa instal·ladora autoritzada és imprescindible. Preferiblement amb un certificat de l'empresa del fabricant de la caldera d'haver rebut el curs formatiu corresponent.
- Cost del sistema i les ajudes públiques corresponents.

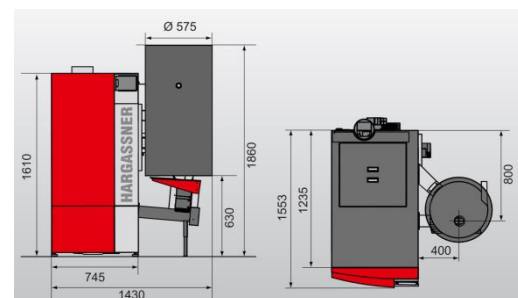
Per seleccionar correctament la caldera de biomassa a instal·lar en l'explotació porcina és necessari fer una estimació de la potència i necessitats de combustible. En el cas que la caldera de biomassa s'utilitzi com a reemplaçament d'una caldera més antiga, les característiques d'aquesta ja serien útils per saber l'estimació de potència que hauria de tenir la nova caldera. [45]

Ja definits els diferents aspectes a tenir en compte per seleccionar correctament la caldera de biomassa, es procedirà a definir les característiques de la caldera finalment seleccionada.

La caldera de biomassa escollida per substituir la caldera de gasoil que s'utilitza actualment en la instal·lació porcina, és la caldera Hargassner ECO P 70-120 kW, ideal per espais industrials i amb una superfície superior als 500 m<sup>2</sup> com és el cas de l'explotació porcina. El sistema d'obtenció del combustible per alimentar la caldera, el qual serà el pellet, es farà mitjançant la utilització d'una sitja tèxtil, ja que podem substituir el dipòsit de combustible de gasoil que s'utilitza ara, per la sitja necessària. En la següent “Il·lustració 68. Caldera de biomassa Hargassner” es pot observar la caldera seleccionada i en la “Il·lustració 67. Emmagatzematge amb sitja tèxtil” el sistema d'emmagatzematge i subministrament del combustible per la caldera de biomassa.



**Il·lustració 68.** Caldera de biomassa Hargassner  
(Font: [www.hargassner.es](http://www.hargassner.es))



**Il·lustració 69.** Dimensions caldera  
(Font: [www.hargassner.es](http://www.hargassner.es))

És una caldera que està destinada a grans consums, com és el cas de l'explotació objecte d'estudi, tot i això també obté un alt rendiment en consums més ajustats. En l'apartat “9.6. Fitxa tècnica caldera HARGASSNER” de l'annex del treball, es pot observar en la fitxa tècnica com el fabricant garanteix un rendiment superior al 95%, una eficiència excel·lent però comuna en aquest tipus de calderes de biomassa. Té una característica a destacar que és el sistema de recirculació de fums i és un dels factors principals que repercuteix a l'alta eficiència. La caldera és dotada d'un sistema de vigilància de les brases, el qual permet aconseguir l'estat de combustió més eficaç en funció de la qualitat del combustible. La caldera sempre funciona amb la potència requerida i els valors de combustió òptims. [42]

La caldera de biomassa pellets i la sitja tèxtil es podrien ubicar a la mateix tancat exterior que on es trobava ubicat la caldera de gasoil i el dipòsit de gasoil, ja que és un tancat destinat per

aquest equipament i no té cap altra utilització. A més a més, està situat en un punt accessible per poder dur a terme la descàrrega del combustible sense problemes.

### 5.2.2.3. Estudi energètic de la caldera de biomassa

Mitjançant el programari CE3X utilitzat en tot el treball, es procedeix a estudiar l'impacte energètic que té la substitució de la caldera de gasoil tipus C utilitzada fins al moment, per la caldera de biomassa Hargassner ECO PK escollida en l'apartat anterior del treball. Per dur a terme l'estudi d'aquesta millora, cal introduir les dades corresponents que ens demana el programa, perquè aquest faci un estudi estimat de l'estalvi i millores que obtindrem en l'explotació porcina. Cal tenir en compte, que aquest estudi s'aplica d'acord amb la situació actual en què es troba actualment l'explotació, sense tenir en compte cap millora estudiada anteriorment, ja que això s'estudiarà en futurs punts del treball.

En la següent “Il·lustració 70. Mesura de millora de l'instal·lació de calefacció i ACS” es pot observar les diferents dades a introduir perquè el programa pugui fer una estimació de l'estalvi energètic produït per la caldera de biomassa. S'ha introduït que la caldera és de condensació i amb combustible de biomassa (pellets), perquè reaprofiti els gasos calents produïts en l'interior de la caldera, per augmentar el rendiment d'aquesta. A partir de les dades de la fitxa tècnica, també s'ha introduït la potència nominal de la caldera, la qual és de 70 kW. Cal tenir en compte que la caldera escollida té una autoregulació de potència en funció de la demanda de calefacció i ACS que varia entre 20 – 70 kW, però s'ha introduït el valor més alt possible perquè el programa realitzi l'estudi en la pitjor situació possible, com seria en el cas que treballes sempre a la màxima potència nominal. També es pot observar el rendiment es del 95% i el tipus d'aïllament de la caldera, que en ser un equip d'última generació i totalment nou, la caldera té un bon aïllament i manteniment.

#### Medida de mejora en la instalación de calefacción y ACS

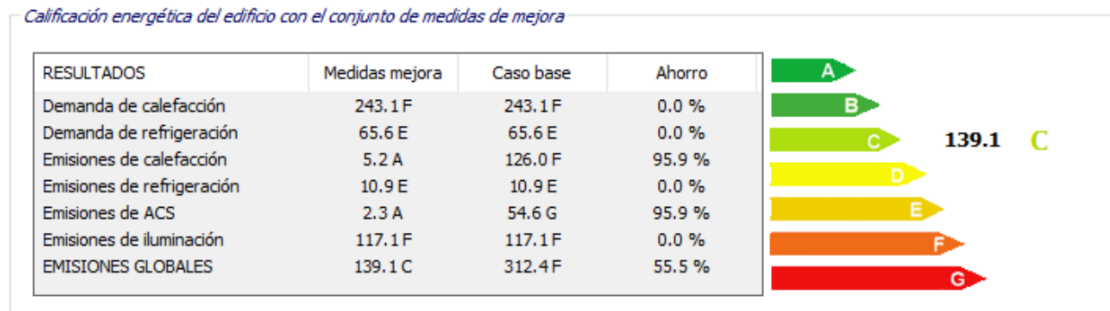
Nombre		Calefacció i ACS		Zona	Edificio Objeto
<b>Características</b>					
Tipo de generador	Caldera Condensación				
Tipo de combustible	Biomasa densificada (pellets)				
<b>Demanda cubierta</b>					
	ACS	Calefacción			
Superficie (m2)	588,6	588,6			
Porcentaje (%)	100	100			
<b>Rendimiento medio estacional</b>					
<b>Rendimiento estacional</b>	Estimado según Instalación				
Potencia nominal	70	kW			
Carga media real fcomb	0.2	?			
Rendimiento de combustión	95	%			
Rendimiento medio estacional (ACS y Calefacción)					88,9 %
Aislamiento de la caldera					Bien aislada y mantenida

**Il·lustració 70. Mesura de millora de l'instal·lació de calefacció i ACS**  
(Font: CE3X)

Seguidament el programa, calcula l'impacte energètic que tindrà la instal·lació de la caldera de biomassa en l'explotació objecte d'estudi. A continuació en la “Il·lustració 71. Qualificació energètica amb caldera de biomassa”, s'observa la millora energètica que s'obté únicament amb la instal·lació de la caldera de biomassa.



Calificació energètica del edifici con el conjunto de medidas de mejora



**Il·lustració 71.** Qualificació energètica amb caldera de biomassa  
(Font: CE3X)

Els resultats obtinguts en la implantació d'aquesta millora tenen dues lectures diferents. La primera és la important reducció d'emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  que es tindria en l'explotació, ja que es passaria de tenir  $312,4 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$  a  $139,1 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ , és una reducció del 55,5% del global de les emissions de l'explotació porcina, fet que permet obtenir una etiqueta energètica tipus C i significaria que l'explotació porcina ja es trobaria en la mitjana dels edificis d'Espanya, respecte a emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ . Per tant és una millora que resulta altament eficient per reduir les emissions i obtenir una millor etiqueta energètica. En canvi, segons la taula de resultats que extreu el programa, es pot observar que no s'ha obtingut cap estalvi respecte la demanda de calefacció o refrigeració de la nau. Pels apartats de calefacció i ACS s'aconsegueix reduir un 95,9% les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ .

Analitzant els valors energètics obtinguts pel que fa a la instal·lació de la caldera de biomassa en l'explotació porcina, són resultats esperats perquè la principal raó per la qual es vol fer la instal·lació d'aquest tipus de caldera és per reduir les emissions produïdes en la utilització d'una caldera de gasoil tipus C, ja que és un dels combustibles que més emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  produeix i de forma oposada el pellets és un dels combustibles amb menys emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ , i per tant s'obtindria una millor qualificació energètica, indiferentment de les petites variacions que puguin haver-hi respecte a la demanda de calefacció o refrigeració.

#### 5.2.2.4. Estudi econòmic de la caldera de biomassa

L'últim apartat que queda per estudiar sobre l'impacte que tindria la caldera de biomassa a l'explotació, és l'impacte econòmic i per tant saber la viabilitat d'aquesta millora.

Per dur a terme aquest apartat s'ha hagut de realitzar pressupost de l'equipament necessari per a la correcta implantació d'aquesta millora en l'instal·lació. En l'apartat "11.3. Pressupost caldera de biomassa i sitja tèxtil" es pot observar el cost total que tindria la inversió inicial a realitzar per la instal·lació de la caldera de biomassa a la instal·lació, el qual té un cost total de 23.730,00 € més l'aplicació de l'IVA. Aquest valor caldrà introduir-lo al programari CE3X, en l'apartat d'estudi econòmic, perquè pugui realitzar els càlculs corresponents d'amortització de la inversió en funció de l'estalvi energètic i com a conseqüència un estalvi econòmic o gràcies al preu més econòmic del combustible natural en comparació el preu del gasoil tipus C.

També caldrà introduir la vida útil que té la caldera que és de vint anys. Aquesta dada l'obtenim a partir de la fitxa tècnica del producte, la qual es troba en l'apartat "9.6. Fitxa tècnica de la caldera de biomassa".



Per altra banda, en aquesta millora que s'estudia en aquest punt del treball, és necessari introduir el cost de manteniment anual que té l'equipament i la revisió que cal realitzar a la caldera cada cinc anys estipulats per llei i regulat pel "Reglamento de las Instalaciones Térmica en Edificios (RITE)", ja que és un sobrecost que cal tenir present, per realitzar el càlcul de l'amortització de la inversió inicial i els possibles beneficis a llarg termini que pugui produir la millora. El cost de manteniment i de les revisions per les calderes, varien en funció del tipus de caldera que es té. El cost pot variar en funció de l'oferta d'empreses que hi hagi en la zona on es troba ubicada la nau, amb capacitat de dur a terme el manteniment i les revisions necessàries. El cost de manteniment anual mitjà per una caldera de biomassa és de 100 €/any, a més a més cal sumar-hi el sobrecost cada cinc anys en fer la revisió de la caldera, ja que és obligatori, i té un sobrecost de 16 €/any repartits entre els cinc anys que es tarda a passar la revisió. Per tant, durant el període de vida útil de la caldera, es tindrà un sobrecost anual de 116 €/any, pel manteniment i revisions de l'equipament. [46]

Perquè el programari CE3X, pugui realitzar l'estudi econòmic sobre la implantació de la caldera de biomassa a l'explotació porcina, és necessari introduir els valors de costos inicials, fixos i període de vida útil de l'equipament al programa, com s'ha realitzat en estudis anteriors. En la següent "Il·lustració 72. Valors econòmics per la caldera de biomassa" es pot observar els valors introduïts. El cost de la inversió inicial de 28.713,30 € és el cost amb IVA inclòs, ja que en el pressupost del material els preus exposats són sense IVA.

#### Valoración económica de las medidas de mejora de eficiencia energética

	Conjunto	Tipo de medida	Vida útil (años)	Coste de medida (€)	Incremento coste mantenimiento anual
6	Caldera de biomassa	Instalaciones	20	28713.3	116

**Il·lustració 72.** Valors econòmics per la caldera de biomassa  
(Font: CE3X)

Finalment el programa, CE3X, ens indica el temps d'amortització de la inversió inicial i els beneficis que obtindríem durant el període de vida útil que s'hi ha introduït per aquesta millora en qüestió. En la següent "Il·lustració 73. Resultat anàlisi econòmic de la caldera de biomassa" s'observen els valors extrets pel programa.

#### Resultado del análisis económico

	Conjunto de mejoras	Años - Amortización simple (Análisis facturas)	VAN (€) (Facturas)	Años - Amortización simple (Análisis teórico)	VAN (€) (Teórico)
5	Caldera de biomassa			1.3	538117.3

**Il·lustració 73.** Resultat anàlisi econòmic de la caldera de biomassa  
(Font: CE3X)

Es pot observar com la substitució d'una caldera de biomassa de pellets per la caldera de gasoil tipus C que actualment hi ha en l'explotació porcina, resulta altament rendible. És cert que la inversió inicialment és elevada, però podem observar com en un període inferior als dos anys, aquesta inversió inicial ja estaria amortitzada. Analitzant el segon valor extret pel programa, el VAN (teòric) té un valor de 538.117,30 €, això suposa obtenir un benefici d'aquest valor durant els vint anys de vida útil que tindria la instal·lació, segons la informació donada pel fabricant. Per tant, la instal·lació d'una caldera de biomassa de pellets, suposa obtenir una reducció de

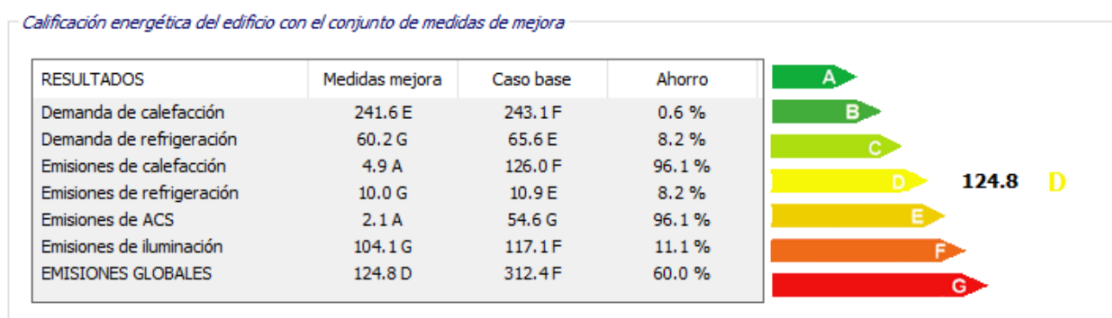
costos anuals per valor de 26.905,87 €, ja havent tingut en compte els costos de manteniment, el cost del combustible (pellets), l'increment anual del preu de l'energia i el tipus d'interès.

### 5.2.3. Caldera de biomassa i il·luminació LED

Una vegada estudiades de forma individualitzada les dues millores sobre la millora de l'equipament ja existent en l'explotació porcina, es vol estudiar la implantació d'ambdues millores de manera conjunta, per obtenir valors energètics i econòmics, i poder realitzar una comparació per saber quina és l'opció en què el promotor resulti més beneficiat.

#### 5.2.3.1. Estudi energètic de la millora de caldera i LED's

Els valors energètics introduïts, són exactament els mateixos que els que s'hi han introduït en el programa CE3X, quan s'han estudiat les dues millores per separat. Per tant únicament cal observar el resultat de l'etiqueta energètica i l'estalvi energètic que produeixen les millores quan s'implanten de manera conjunta en l'explotació. A continuació, es pot observar l'etiqueta energètica que s'obtingria.



**Il·lustració 74.** Qualificació energètica en l'implantació de millores conjuntes  
(Font: CE3X)

Mitjançant la “Il·lustració 74. Qualificació energètica en l'implantació de millores conjuntes” podem observar a la dreta de la il·lustració, l'obtenció d'una qualificació tipus D i unes emissions globals de 124,8 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

Si es comparen els resultats obtinguts, era d'esperar que la implantació de les dues millores de manera conjunta, produiria una reducció major d'emissions globals de kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> que en qualsevol de les dues millores implantades de manera individualitzada, ja que en aquest cas es produeix una reducció del 60 % d'emissions globals de kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. El percentatge més gran de reducció d'emissions de kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> correspon a l'apartat d'emissions per calefacció i ACS, a causa de la substitució de caldera de gasoil per una caldera de pellets, que és l'equipament que s'utilitza per a aquestes demandes, on es redueix un 96,1%. A més a més, s'estalvia un 8,2% en la demanda i emissions per refrigeració, un 11,1% d'emissions per il·luminació i 0,6% en demanda per calefacció

Fixant la comparativa respecte a la qualificació energètica rebuda, s'observa com l'etiqueta energètica únicament millora a tipus E. En el cas que s'estudia de la instal·lació de la caldera de pellets de manera individualitzada, s'obté un resultat d'etiqueta energètica tipus C. Aquest fet succeeix perquè el programa varia els rangs d'emissions de kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> per obtenir una etiqueta

energètica o una altra, en funció de la potència elèctrica contractada. Per tant, en l'aplicació conjunta de les dues millores, la potència elèctrica contractada varia i produeix aquest empitjorament de qualificació energètica, però a la vegada s'obté el millor valor d'emissions globals, per qualsevol de les millores estudiades fins en aquest punt del treball.

### 5.2.3.2. Estudi econòmic de la millora de caldera i leds

Per realitzar l'estudi econòmic en la implantació de les dues millores de manera conjunta, s'ha hagut de reformular com introduir les dades al programa perquè aquest pugui fer l'estudi econòmic corresponent. Les mesures implantades corresponent a instal·lacions ja existents en l'explotació, per tant el programa únicament ens ho permet estudiar de manera conjunta, per tant les dues millores han de tenir la mateixa vida útil. Per poder realitzar correctament l'estudi, succeeix que la vida útil de la il·luminació led és la meitat que la vida útil de la caldera de biomassa. Per tant, en el programa s'hi ha introduït el valor de vint anys com a dada d'estudi que correspon al valor de vida útil de la caldera. Però per tenir en compte que a mig cicle s'haurà de dur a terme una substitució de la il·luminació led, s'ha repartit el sobrecost de substitució dels leds, en els costos anuals de manteniment. Per acabar d'introduir totes les dades necessàries per fer l'estudi, s'han sumat les inversions inicials que s'han de fer per cada millora, per tenir el valor d'inversió inicial que caldria fer en aquest cas. A continuació es pot observar els valors introduït en el programa.

#### Valoración económica de las medidas de mejora de eficiencia energética

	Conjunto	Tipo de medida	Vida útil (años)	Coste de medida (€)	Incremento cc mantenimiento al
7	LED/BIOMASSA	Instalaciones	20	29275.26	172.92

*Il·lustració 75. Valoració econòmica de les mesures d'estudi  
(Font: CE3X)*

Per tant, les dues millores s'estudien a partir d'una vida útil de vint anys, una inversió inicial de 29.275,26 € i un cost anual del manteniment dels equips per valor de 172,92 €.

A continuació, es pot observar el resultat de l'anàlisi econòmic realitzat pel programa CE3X, en la implementació de les dues millores de manera conjunta, el qual correspon a la fila número sis. L'amortització de la inversió inicial es realitzaria en 1,1 anys, un termini molt curt en comparació amb la inversió inicial a realitzar. A més a més, s'obté el resultat del VAN (teòric) un valor de 636.658,60 € durant els vint anys de vida útil que tindrien les millores estudiades. Anualment s'obtingria una reducció de 31.832,93 €, per tant la reducció de costos més gran obtinguda en qualsevol dels casos estudiats.

#### Resultado del análisis económico

	Conjunto de mejoras	Años - Amortización simple (Análisis facturas)	VAN (€) (Facturas)	Años - Amortización simple (Análisis teórico)	VAN (€) (Teórico)
6	LED/BIOMASSA			1.1	636658.6

*Il·lustració 76. Resultat econòmic de les mesures d'estudi  
(Font: CE3X)*



## 6. Avaluació de resultats

El següent pas després d'haver realitzat l'estudi energètic i econòmic en les diverses millores que es podrien implantar en l'explotació porcina, és necessari fer una comparativa de resultats per saber exactament quin hauria de ser l'ordre d'implantació de les millores, en funció de la seva viabilitat econòmica, ja que el promotor es regirà per la viabilitat econòmica de la millora i no per la seva viabilitat energètica, tot i que la majoria de vegades, ambdues estaran vinculades.

En els estudis de les millores la viabilitat econòmica de cadascuna de les millores ha estat avaluada mitjançant el programari CE3X, que a partir dels valors teòrics ha avaluat el període d'amortització i el VAN teòric que es tindria en la implantació de cada millora o paquet de millores a l'explotació porcina. Els dos valors són calculats de forma teòrica per part del programa, ja que no s'ha pogut introduir valors reals de les factures en la situació actual de l'explotació, perquè no s'han facilitat per part del promotor. Per tant, és necessari recalcar que els valors avaluats en els següents apartats són valors teòrics i en cas de tenir l'oportunitat, seria millor avaluar-ho d'acord amb els valors reals de les factures.

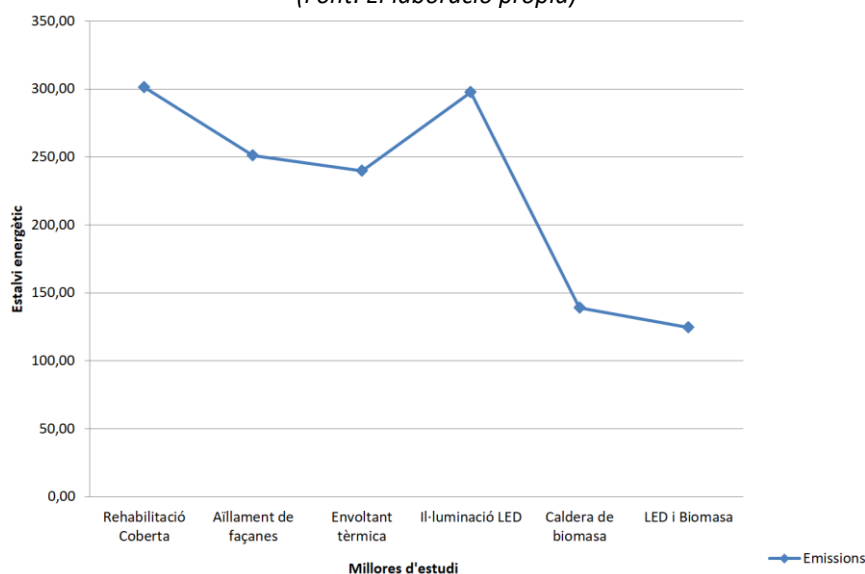
## 6.1. Comparació de resultats

La comparativa de resultats obtinguts, després de realitzar l'estudi de cadascuna de les millores, es realitzarà de dues maneres diferents; mitjançant resultats energètics i resultats econòmics. L'anàlisi d'aquests resultats és necessari per indicar al promotor l'ordre d'implantació de les mesures a l'explotació porcina.

### 6.1.1. Resultats energètics

La "Gràfica 1. Emissions produïdes" que s'observa a continuació, s'ha realitzat per poder fer una comparativa entre els valors energètics obtinguts per cada millora o paquet de millores estudiat. La gràfica està composta per dos eixos; l'eix X correspon a les diferents mesures estudiades i l'eix Y correspon a les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  que es produiria per les demandes d'energia que té l'explotació porcina i que varien en funció de la millora aplicada.

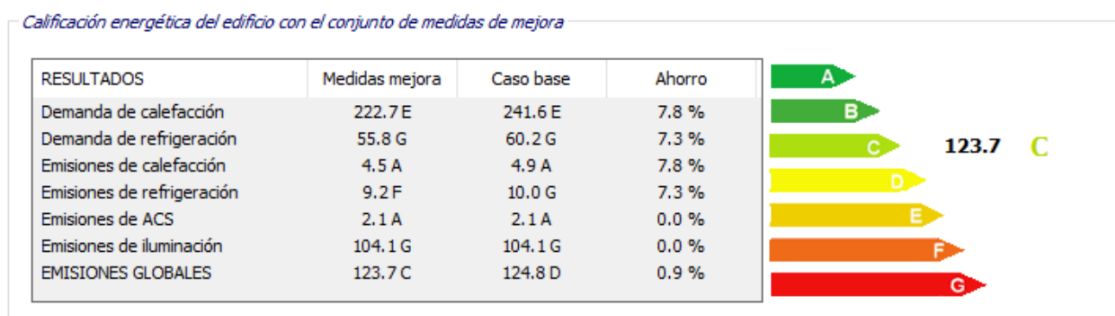
**Gràfica 1. Emissions produïdes**  
(Font: El-laboració pròpia)



Respecte als resultats energètics, la millora més adient a implantar en l'explotació porcina serà aquella que produeixi l'estalvi energètic més gran de les millores estudiades, és a dir la que obtingui menys emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ . La millora que produeix una major reducció d'emissions és la substitució de la il·luminació convencional per il·luminació led i a la vegada, és substitueix la caldera de gasoil tipus C per la caldera de biomassa. Cal destacar que els valors energètics representats en la Gràfica 1, són estudiats en base l'aplicació de cada millora o paquet de millores de manera individualitzada. És a dir, una vegada aplicat aquest paquet de millores, que correspondria en la millora d'equipament existent en les instal·lacions, cal estudiar quines de les millores o paquet de millores restants són útils per aplicar en l'explotació porcina, però partint de la base que en l'explotació porcina ja tenim instal·lat la il·luminació led i una caldera de biomassa de pellets.

Per poder estudiar quina de les millores seria més adient implantar a l'explotació porcina des d'un punt de vista energètic, una vegada realitzada la instal·lació de la il·luminació led i la caldera de biomassa, és necessari redefinir els equips utilitzats en l'explotació porcina. El que s'hi ha introduït en el programa, són els valors que ja s'han utilitzat per estudiar les millores corresponents, però definint-los com a equipament que ja s'utilitza actualment, per tant l'estudi de futures millores a aplicar, ja es realitza d'acord amb els nous equips instal·lats. Tot seguit, després d'haver definit els valors corresponents, es realitza la comparativa dels resultats energètics de les millores restants, estudiades anteriorment.

En la següent “Il·lustració 77. Resultat energètic rehabilitació tèrmica com a segona millora” representa la reducció d'emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  en la implantació de la millora, rehabilitació tèrmica de la coberta. Es pot observar com la diferència és molt petita, però és una millora que redueix les emissions de  $124,8 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$  a  $123,7 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$  i que ens permet de reduir una lletra la qualificació energètica. S'obté un estalvi de la demanda energètica i una reducció de les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  tant per calefacció amb un 7,8% d'estalvi i un 7,3% d'estalvi en la refrigeració.

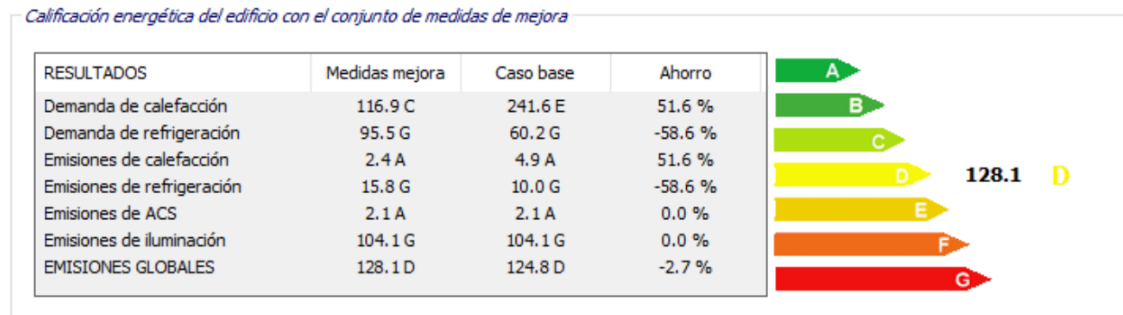


**Il·lustració 77. Resultat energètic rehabilitació tèrmica com a segona millora**  
(Font: CE3X)

La segona millora que es podria aplicar és l'aïllament tèrmic en les façanes de l'explotació. En la següent “Il·lustració 78. Resultat energètic aïllament de façanes com a segona millora” es pot observar el resultat d'emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  que es tindrien en l'explotació en cas d'aplicar aquesta millora com a segona opció. Les emissions serien majors a les que es tenen en l'explotació en cas de aplicar aquesta segona millora, ja que es passa de tenir  $124,80 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$  a  $128,1 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ , un augment del 2,7% de les emissions globals de la nau. Aquest resultat és degut al fet que la instal·lació de panel sàndwich en les façanes de la nau, produeix

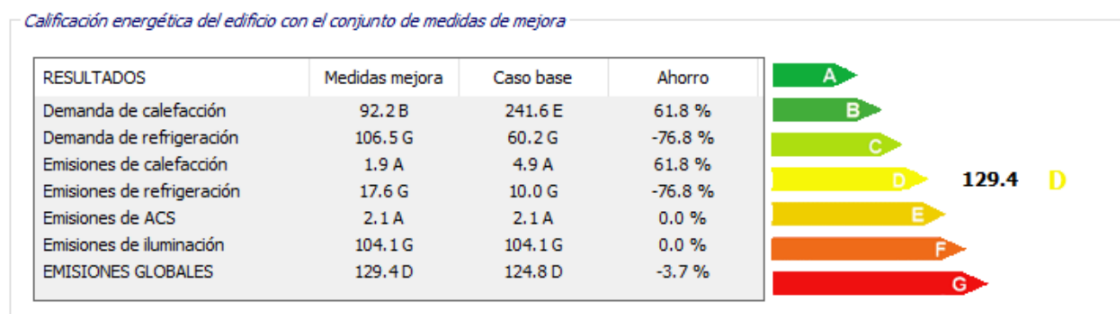


un gran estalvi energètic reduint un 51,6% la demanda de calefacció, però produeix un augment del 58,6% en la demanda i emissions per refrigeració i produeix que el balanç general respecte a les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  resulti negatiu, i per tant augmentant les emissions globals. Per tant, si s'avalua aquesta millora en funció dels seus resultats energètics, aplicant-se com a segona millora es descartaria, ja que el seu impacte energètic és pitjor pel medi ambient.



**Il·lustració 78.** Resultat energètic aïllament de façanes com a segona millora  
(Font: CE3X)

Finalment, l'última millora que quedaria per avaluar, seria la implantació de la rehabilitació tèrmica de la coberta i l'aïllament de les façanes de manera conjunta, realitzant un paquet de millores per millorar l'envoltant tèrmica de l'edifici. En la següent "Il·lustració 79. Paquet de millores d'envoltant tèrmica" es pot observar com la implantació d'aquesta millora, és la pitjor de les tres estudiades, ja que produeix un balanç negatiu major que la millora estudiada anteriorment, augmentant les emissions globals de l'explotació un 3,7%. Per tant és una millora que resultava ser útil en la situació actual de l'explotació, però que resulta ineficient per millorar les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  com a segon paquet de millores a implementar, caldrà observar en l'estudi econòmic si és una millora totalment descartable o és una millora amb bona viabilitat econòmica.

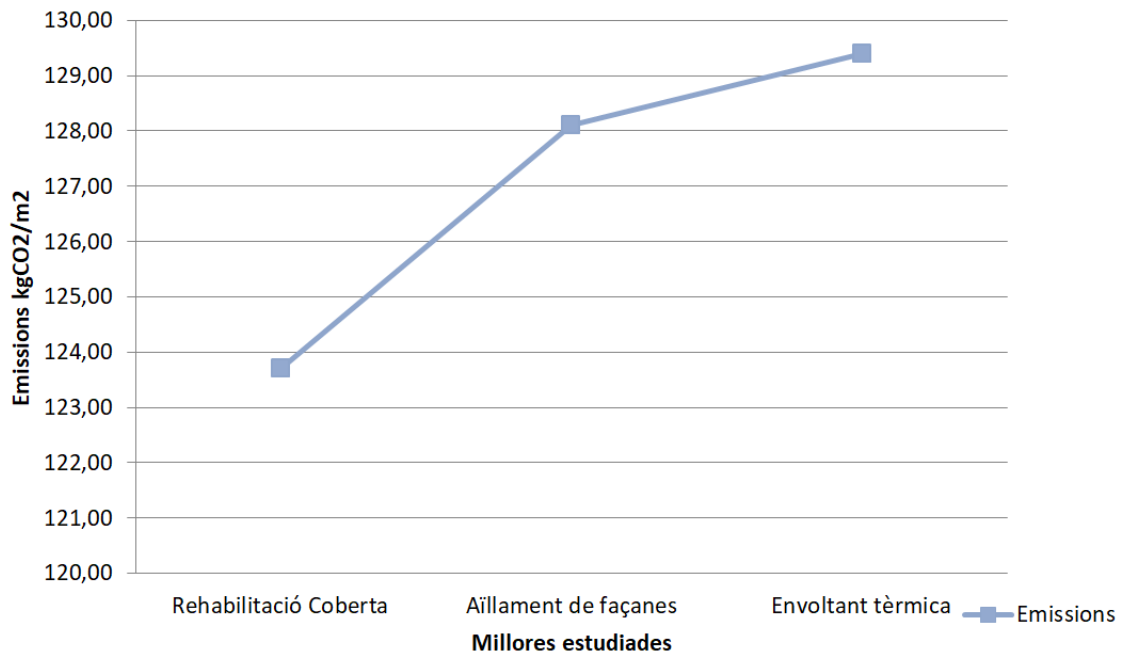


**Il·lustració 79.** Paquet de millores d'envoltant tèrmica  
(Font: CE3X)

A partir de la "Gràfica 2. Emissions produïdes amb la segona millora" podem observar quina de les tres millores estudiades, és la millor a aplicar, tenint en compte únicament els resultats energètics. La millora a escollir, és aquella que tingui la capacitat de reduir les emissions produïdes en l'explotació porcina. Per tant la millora que produeix una reducció de les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  és la rehabilitació tèrmica de la coberta de la nau. Caldrà estudiar, si aquesta millora també produeix major benefici econòmic que la resta de millores que es puguin aplicar.



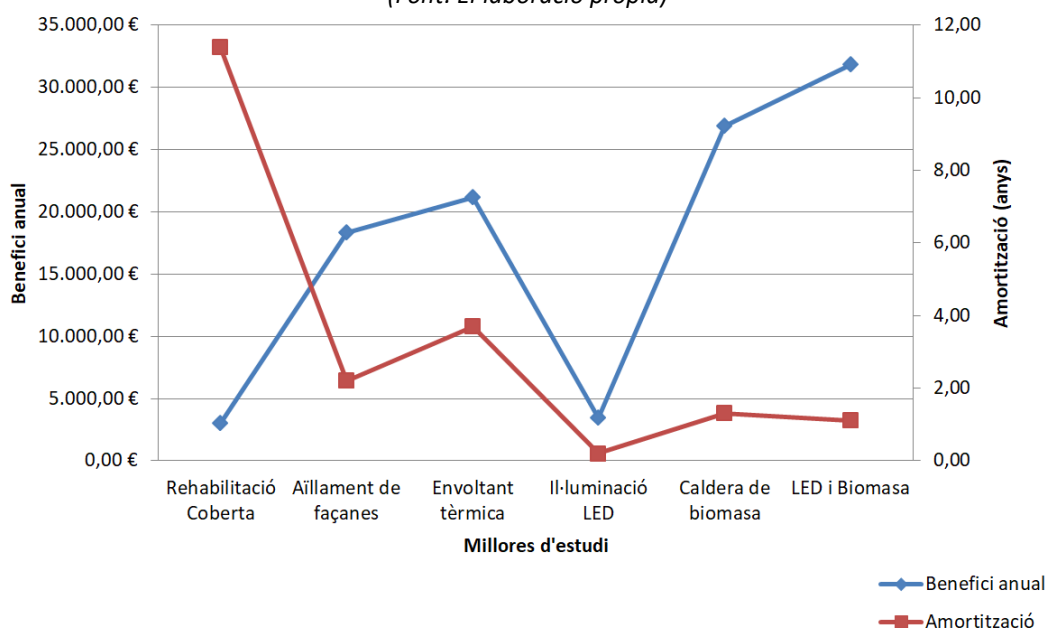
**Gràfica 2.** Emissions produïdes amb la segona millora  
(Font: CE3X)



### 6.1.2. Resultats econòmics

En aquest apartat s'elabora l'anàlisi dels resultats econòmics obtinguts en l'estudi de les millores que es poden aplicar a l'explotació porcina. En la "Gràfica 3. Benefici anual i període d'amortització" es representen els resultats obtinguts. En l'eix X hi ha representat cadascuna de les millores estudiades, en l'eix Y de l'esquerra s'hi troba representat l'estalvi econòmic que es tindria anualment en cas d'aplicar la millora corresponent i l'eix Y de la dreta s'hi representa el període d'amortització de la inversió inicial que s'ha de realitzar per implantar cada millora, expressat en anys.

**Gràfica 3.** Benefici anual i període d'amortització  
(Font: El-laboració pròpia)





La millora més adient a implementar, en funció dels resultats econòmics, serà aquella que produeixi més beneficis i tingui un període d'amortització més curt. En la *“Gràfica 3. Benefici anual i període d'amortització”*, s'observa que la millora “LED i biomassa” resulta tenir el valor màxim de beneficis anuals que es poden obtenir durant la vida útil de la millora, de totes les opcions estudiades. A més a més, la mateixa millora, té un període d'amortització molt curt, amb un termini inferior a dos anys la inversió inicial a fer estaria amortitzada, per tant és l'opció que resultaria ser més adient per obtenir una reducció de costos de manera immediata i a més a més, en un termini curt es podria estudiar de realitzar la implantació d'una segona millora, a causa del curt període d'amortització i els beneficis produïts en menys de dos anys.

La implementació d'aquesta primera millora, ens permetria aplicar una segona millora de les estudiades en el treball, per intentar reduir encara més els costos que es tenen en l'explotació. Per tant, partint de la base que la millora “LED i biomassa” ja es troba instal·lada en l'explotació, es vol estudiar quina de les millores restants és la millor opció a implementar, tenint en compte únicament la viabilitat econòmica de cadascuna. Els paràmetres, vida útil i inversió inicial, de les variables restants no varien i per tant es troben definits de la mateixa manera com s'ha realitzat anteriorment. Per tant, únicament cal analitzar els resultats econòmics extrets per cada millora.

La primera millora de les que queden per aplicar, és la rehabilitació tèrmica de la coberta de la nau. Amb una vida útil de 40 anys, una inversió inicial de 24.689,09 € i sense costos de manteniment, en la *“Il·lustració 80. Resultat econòmic rehabilitació coberta com a segona millora”* es pot observar els resultats obtinguts, són contraris a la implementació d'aquesta millora de manera, ja que el programari CE3X ens ha calculat que el període d'amortització de la inversió fet inicialment és de 31,2 anys, un termini inferior a la vida útil de la millora. A més a més, el VAN teòric calculat es representat amb guanys econòmics de 28.126,40 € al llarg dels quaranta anys de vida útil de la millora, és a dir que anualment s'aconseguiria reduir 703,16 €/any els costos de l'explotació a causa de la implantació d'aquesta millora. Per tant és una millora a tenir en compte, almenys per implantar-la de manera individualitzada, ja que produiria guanys en l'explotació.

### Resultado del análisis económico

	Conjunto de mejoras	Años - Amortización simple (Análisis facturas)	VAN (€) (Facturas)	Años - Amortización simple (Análisis teórico)	VAN (€) (Teórico)
1	Rehab coberta			31.2	28126.4

*Il·lustració 80. Resultat econòmic rehabilitació coberta com a segona millora*  
(Font: CE3X)

Una altra de les millores que queda per estudiar per implantar-la com a segona millora en l'explotació, és l'aïllament de les façanes de la nau. Els paràmetres definits són els mateixos que els utilitzats en estudis anteriors per aquesta mateixa millora; una vida útil de quaranta anys, una inversió inicial de 24.888,48 € i sense costos de manteniment. En la *“Il·lustració 81. Resultat econòmic d'aïllament de façanes com a segona millora”* s'observa que els valors obtinguts són bons per tenir en compte aquesta millora com una bona opció per implantar-la com una segona millora, ja que el temps d'amortització és inferior a la vida útil, 9,9 anys i per tant els beneficis que s'obtenen durant la vida útil de la millora ascendeixen a un total de 158.964,30 €, que equival a 3.974,10 € anuals, fins que no sigui necessari substituir la millora

implantada. Per tant, aquesta millora s'haurà de tenir en compte en el següent apartat del treball, en el qual s'explicarà l'ordre d'execució de les millores estudiades, en funció dels beneficis econòmics i energètics.

#### Resultado del análisis económico

	Conjunto de mejoras	Años - Amortización simple (Análisis facturas)	VAN (€) (Facturas)	Años - Amortización simple (Análisis teórico)	VAN (€) (Teórico)
2	Millora façanes			9.0	158964.3

**Il·lustració 81.** Resultat econòmic d'aïllament de façanes com a segona millora  
(Font: CE3X)

Finalment, l'última millora que queda per estudiar com a segona millora per implantar en l'explotació, és la rehabilitació tèrmica de la coberta i l'aïllament de les façanes. Els paràmetres de cada millora són els mateixos a definir, però cal veure quins són els resultats econòmics que s'obtidrien en cas d'implantar aquest paquet de millores a l'explotació. En la "Il·lustració 82. Resultat econòmic millora envoltant com a segona millora" es pot observar que el temps d'amortització d'aquest paquet de millores és de 15,8 anys, produint un benefici de 160.348,2 € al llarg de la vida útil de les millores, per tant amb l'implantació d'aquest paquet de millores s'aconseguiria un estalvi de 4.008,71 €/any. Una altra mesura a tenir en compte, perquè el promotor pugui escollir per implementar en l'explotació porcina.

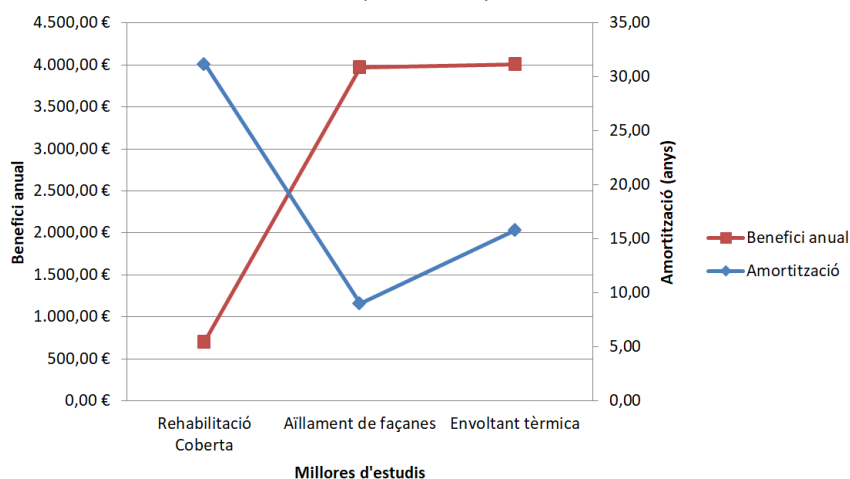
#### Resultado del análisis económico

	Conjunto de mejoras	Años - Amortización simple (Análisis facturas)	VAN (€) (Facturas)	Años - Amortización simple (Análisis teórico)	VAN (€) (Teórico)
3	Rehab tèrmica			15.8	160348.2

**Il·lustració 82.** Resultat econòmic millora envoltant com a segona millora  
(Font: CE3X)

A partir de la "Gràfica 4. Benefici anual i període d'amortització com a segona millora" podem observar quina de les tres millores estudiades, és la millor a aplicar, tenint en compte únicament els resultats econòmics. La millora a escollir, és aquella que té un termini d'amortització més curt i produeix majors beneficis durant la seva vida útil. Per tant la millora "Envoltant tèrmica" és la que compleix aquests requisits, ja que té una amortització de 15,8 anys i uns beneficis anuals de 4.008,71 €, així doncs aquesta seria la segona millora que caldria aplicar en l'explotació porcina.

**Gràfica 4.** Benefici anual i període d'amortització com a segona millora  
(Font: CE3X)





## 6.2. Ordre d'execució de les millores

Després de realitzar la comparació de resultats de les millores a aplicar en l'explotació porcina, és necessari decidir quines són les millores a aplicar i especificar el criteri utilitzat.

Les millores a aplicar en l'explotació porcina, s'han escollit en funció dels resultats econòmics, i per tant segons la seva viabilitat econòmica de cadascuna. Per tant, la primera millora a implantar en l'explotació, és el paquet "il·luminació led i caldera de biomassa", ja que té un període d'amortització d'1,1 anys i produiria uns beneficis anuals de 31.832,93 €. Una vegada realitzada la implantació de la il·luminació LED i la caldera de biomassa instal·lada en l'explotació, queden dues millores, de les que s'han estudiat i que es podrien aplicar de manera individual o conjuntament com a segones millores. Analitzant els resultats econòmics obtinguts, la millor opció per implantar una segona millora en la instal·lació és "En voltant tèrmica", ja que és la millora que produeix majors beneficis.

En la següent "*Il·lustració 83. Línia temporal de l'aplicació de les millores*" es pot observar l'ordre cronològic en el qual està pensat, la implantació de cadascuna de les millores. L'ordre d'execució de les millores no és modificable, ja que d'aquesta manera es maximitza els beneficis, però sí que es pot variar els terminis en què s'executa la millora en qüestió.

A continuació es fa una breu explicació dels diferents punts esmentats en la *Il·lustració 83*:

- La línia temporal, s'inicia en l'any 2021, partint de la situació actual estudiada en el qual es produeix unes emissions de 312,4 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.
- El segon punt de la línia temporal es basa en l'aplicació de la primera millora. La instal·lació dels fluorescents led i substitució de caldera de gasoil tipus C per una caldera de biomassa de pellets. S'idealitza que aquesta millora s'aplicaria des del moment zero. Mitjançant l'aplicació d'aquesta millora es redueixen les emissions energètiques de 312,4 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> a 124,80 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. La inversió inicial a realitzar és de 29.275,76 €, a més a més de tenir uns costos de manteniment anuals de 172,92 €, a causa del manteniment de la caldera. La vida útil d'aquesta millora és de vint anys, però la inversió inicial és retornada amb un termini poc més d'un any.
- El tercer punt de la línia temporal, marca el moment temporal en què obtenim la rendibilitat de la inversió inicial feta, per la implantació de la primera millora a l'explotació porcina.
- El quart punt defineix la implantació de la segona millora, que es basa en la instal·lació de panell sandwich en la cara exterior de totes les façanes i la coberta de la nau. En l'aplicació d'aquesta millora, les emissions energètiques augmenten de 124,80 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> a 129,4 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, però no repercuteix en la reducció de costos de l'explotació, ja que es produeix una reducció de costos de 4.008,71€/any. Aquesta millora té un període d'amortització de 3,7 anys, ja que la inversió inicial a fer és de 49.577,75 €.
- El cinquè punt marca la finalització de la vida útil de la primera millora aplicada. El benefici obtingut fins aquella data, és de 636.658,60€. També seria el moment de tornar a realitzar una nova inversió, per dur a terme la innovació de l'equipament



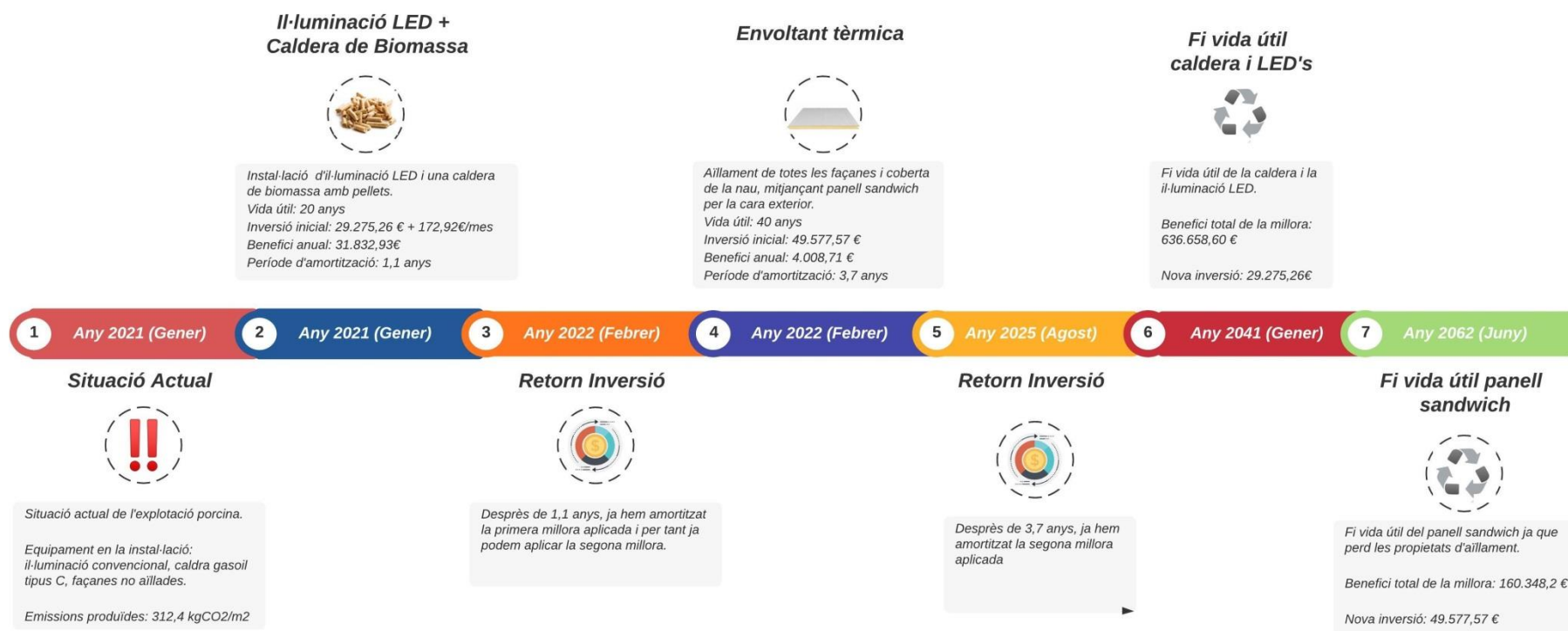
destinat per il·luminar la nau i subministrar les demandes de calefacció i aigua calenta de la nau.

- El sisè punt representa l'any en què s'amortitzaria la inversió inicial feta per la instal·lació del panell sandwich en l'explotació. Cal tenir en compte que el temps d'amortització de la segona millora, s'ha calculat a partir dels beneficis produïts per la mateixa millora. Perquè en cas que es tinguessin en compte els beneficis produïts per altres millores ja existents i la mateixa millora, en aquest cas el període d'amortització de la inversió inicial feta per implantar aquesta segona millora seria aproximadament d'un any, perquè si la inversió inicial feta per la segona millora és de 24.888,48 €, i els beneficis anuals produïts per la primera millora són de 31.832,93€ i sumant-hi els beneficis anuals produïts per la segona millora que són de 4.008,71€, en menys d'un any ja s'aconseguiria amortitzar la segona millora.
- Finalment, l'últim punt que es marca en la línia temporal és la fi de la vida útil de la segona millora que seria trenta anys després d'haver-ho instal·lat. Tenint en compte únicament els beneficis produïts per la segona millora, després de quaranta anys d'utilització s'obtindria un benefici de 160.348,20 €.

Abans de finalitzar l'estudi de les millores estudiades a implantar en l'explotació porcina, cal destacar que els estudis econòmics han estat obtinguts de forma teòrica, mitjançant els càlculs realitzats amb el programari CE3X i que per tant poden tenir un error de càlcul, ja que es basen en els preus dels diferents combustibles utilitzats i aquests preus poden variar, a causa del preu real en cada factura. Per poder obtenir un estudi econòmic més realista, seria necessari tenir accés a les factures i les dades de les demandes energètiques i consum de combustible que hi ha en l'explotació porcina en la situació actual.



## Línia temporal de l'aplicació de les millores



**Il·lustració 83.** Línia temporal de l'aplicació de les millores  
(Font: El·laboració propia)



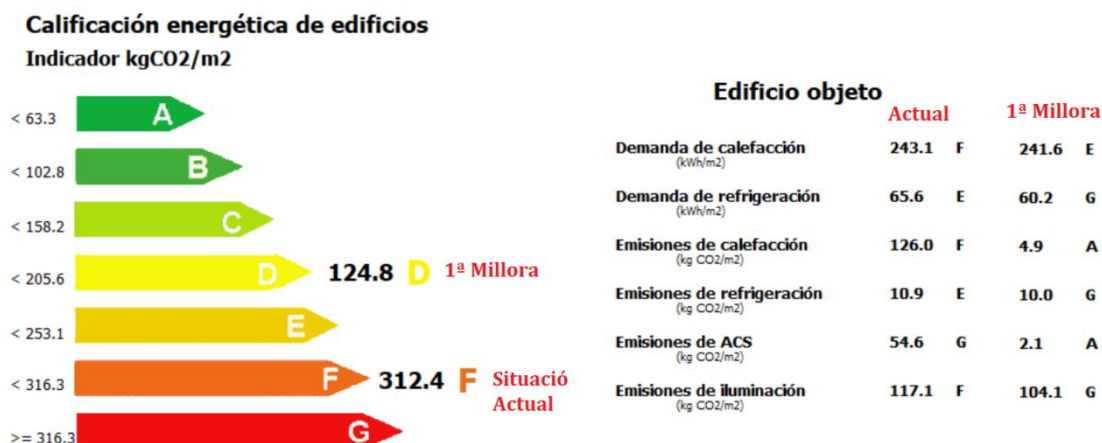
### 6.3. Estudi ambiental de les millores implantades

Una vegada realitzat l'estudi dels sistemes i recursos de millora a implantar en l'explotació porcina, havent planificat un calendari d'implantació de les millores més adients en funció de la seva viabilitat econòmica, que és l'aspecte per la qual el promotor es regirà en el moment en què es vulgui implantar una millora en la granja, és necessari realitzar l'estudi mediambiental per saber l'impacte energètic que tenen les millores finalment implantades i determinar el comportament energètic que finalment tindria l'explotació porcina.

Cal destacar que l'estudi realitzat, s'ha idealitzat perquè les millores a implantar en la granja siguin complementàries, per tal de maximitzar la reducció de les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  amb les millores estudiades. D'altra banda en la hipotètica situació que el promotor no vulgui seguir la línia temporal de les millores a aplicar, les millores produirien un bon impacte en el comportament energètic de l'explotació, però quedaria un marge de millora.

Els resultats energètics obtinguts d'acord amb l'aplicació d'una primera millora, representats en la Gràfica 1, exposen que la millora amb més impacte energètic i que maximitza la reducció d'emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  és la substitució de la il·luminació de fluorescents convencionals per il·luminació LED i a la vegada la substitució de la caldera de gasoil per una caldera de biomassa, de pellets com a font d'energia. En situació actual estudiada, l'explotació porcina produeix un total de  $312,4 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ , realitzant la implantació d'aquesta primera millora les emissions totals de la granja es redueixen fins a un total de  $124,80 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ , el que suposa una reducció del 60% de les emissions que produeix l'explotació actualment. En la *"Il·lustració 84. Comparativa resultats energètics. Actual-1ª millora"* es pot observar els resultats energètics extrets del programa CE3X, realitzant una comparativa entre les emissions en situació actual i aplicant la primera millora, instal·lant il·luminació LED i una caldera de biomassa de pellets. És lògic que l'impacte energètic d'aquesta millora es representi en les emissions per calefacció i aigua calenta sanitària a causa del canvi de caldera, i també una reducció d'emissions en la il·luminació a causa del canvi de potència elèctrica contractada. En els apartats d'emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  per calefacció i ACS, es redueixen un 96,1%, es passa de tenir els pitjors valors d'emissions a tenir eficiència màxima en aquests dos apartats, i obtenir una qualificació tipus A. L'impacte energètic que produeix la substitució d'il·luminació convencional per il·luminació LED, no és tan notori a causa de la influència d'altres equipaments que produeixen una demanda elèctrica en les instal·lacions. Cal destacar que únicament amb la instal·lació d'il·luminació LED, es redueix un 11,1% les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  per abastir la demanda elèctrica. Aquesta reducció és causada per la reducció de la potència elèctrica a contractar, ja que amb la instal·lació de la il·luminació LED, permetria contractar una potència elèctrica inferior a la que actualment hi ha contractada.





**Il·lustració 84. Comparativa resultats energètics. Actual – 1ª millora**  
(Font: CE3X)

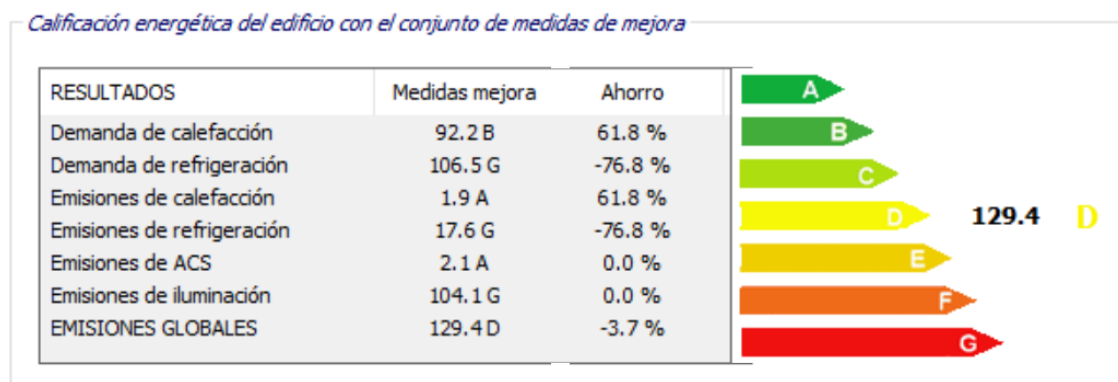
La segona millora que s'implantaria en l'explotació porcina, seria la millora de l'aïllament de les façanes i la coberta de la nau amb l'objectiu de reduir les demandes energètiques per calefacció i generar major benestar en els animals, ja que en l'explotació porcina es necessita una temperatura interior més alta de l'habitual. En la "Il·lustració 85. Resultats energètics. 2ª Millora" s'exposen els valors extrets per la simulació realitzada amb programa CE3X. La simulació s'ha realitzat amb la base on l'explotació porcina ja té implantada la primera millora que s'ha explicat anteriorment. En els resultats obtinguts es pot observar com la demanda de calefacció es redueix un 61,8%, es passa de tenir una demanda de 241,6 kWh/m<sup>2</sup> a 92,2 kWh/m<sup>2</sup> i com a conseqüència les emissions de kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> també s'han vist reduïdes. Enfocant el resultat global, es pot observar com les emissions totals han incrementat un 3,7%, per tant energèticament la millora estudiada produeix uns beneficis per la demanda de calefacció, però produeixen un augment en la demanda de refrigeració de la nau i com a conseqüència en les emissions de kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> per refrigeració. Per tant, si la presa de decisions estigués regida per l'impacte energètic en l'explotació i com a conseqüència les emissions de kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> produïdes, aquesta segona millora no s'implantaria, però al ser una mesura viablement econòmica és una opció a tenir en compte per poder reduir els costos de l'explotació.

Cal destacar que les demandes per refrigeració o calefacció són un aspecte molt rellevant en l'estudi d'aquest tipus d'explotació, ja que els animals han de tenir el màxim benestar possible, i aquest benestar és causat per tenir una temperatura constant i elevada en l'interior de la nau de 25°C, a més a més la humitat relativa ha de ser entre 50-60%, però les demandes energètiques a les explotacions porcines poden ser molt variables i complicades de quantificar perquè poden variar molt en funció de l'època de l'any i la quantitat d'animals que es troben dins la granja, en funció de la fase de producció en què es trobi l'explotació.

Ja s'ha fet esmena en anteriors apartats del treball, però m'agradaria recalcar que la base de dades que conté el programa CE3X, no presenta unes dades gaire concretes, ja que en el lloc on està situada l'explotació porcina, hi ha molt poques hores durant l'any on és necessita una refrigeració de la nau, ja que la temperatura mitjana durant els mesos d'estiu és de 20°C, perquè durant la majoria d'hores de l'any, l'explotació porcina tindria demanda de calefacció, però durant molt poques hores tindria una demanda de refrigeració.



Finalment l'explotació porcina tindria una qualificació energètica tipus D, el que significa que en l'edifici no hi ha un malbaratament d'energia per abastir les demandes d'energia, però tampoc és un edifici energèticament eficient. Cal destacar que aplicant aquestes dues millores, comparant-ho amb la situació actual, s'aconseguiria reduir un 59 % les emissions de  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  de l'explotació porcina. Una de les opcions que es podria estudiar per aconseguir una explotació porcina més eficient, seria la instal·lació de sistemes plaques solars fotovoltaïques per autoabastir les demandes elèctriques de la granja o plaques solars tèrmiques per abastir les demandes de calefacció radial de la granja, però s'hauria d'estudiar si aquestes millores són viablement econòmiques.



**Il·lustració 85.** Resultats energètics. 2<sup>a</sup> Millora  
(Font: CE3X)



# 7. Conclusions



Actualment el canvi climàtic és un greu problema que preocupa a una gran part de la població, però relativament nou per les esferes polítiques. Les conseqüències que pot tenir el canvi climàtic seran devastadores per la nostra existència, per això cal actuar de manera immediata i amb la màxima rapidesa possible. La capacitat que tenim per minimitzar les conseqüències del canvi climàtic són enormes, però cal estudiar les infinites possibilitats que tenim de fer-ho i quina és la millora forma d'aplicar-ho. Aquesta és la raó per la qual vaig decidir fer aquest treball final de grau, estudi d'eficiència energètica en una explotació porcina del Pallars Sobirà.

Inicialment es van plantejar tres objectius principals, a partir dels quals es desenvoluparia posteriorment tot el projecte. El primer objectiu era la realització d'un estudi energètic de la situació actual en què es troba l'explotació porcina, mitjançant el programari CE3X. Els resultats obtinguts han estat bons per la realització del treball, ja que en l'actualitat l'explotació porcina produeix 312,4 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, a causa de la utilització de caldera de gasoil tipus C, l'envelliment d'equipament existent a la granja, i per tant treballar amb maquinària ineficient, entre altres factors i aquestes conseqüències se sumen a les grans demandes energètiques que es tenen en una granja porcina, obtenint així una qualificació energètica tipus F, per tant el marge de millora és molt gran. El segon objectiu era la proposició de diverses millores que es poden aplicar en la granja, en funció de les demandes energètiques o els aspectes on es creu inicialment que es pot obtenir una major millora en el comportament energètic de l'explotació. En aquest cas, es va decidir estudiar l'impacte que tindrien les millores de l'aïllament tèrmic de la coberta, l'aïllament tèrmic de les façanes, la substitució dels fluorescents convencionals per fluorescents LED i la substitució de la caldera de gasoil per una caldera de biomassa utilitzant pellets com a font d'energia. Realitzant les simulacions d'implantació d'aquestes millores en l'explotació i avaluant tots els resultats obtinguts, s'ha pogut aconseguir el tercer objectiu del treball que era la comparació dels resultats energètics i econòmics, i per tant poder aconsellar al promotor en qüestió quina és l'ordre d'execució a seguir per implantar les millores energètiques, maximitzant la reducció de costos i minimitzant les emissions de kgCO<sub>2</sub>.

Realitzant les simulacions de les millores i partint de la situació actual de la granja i la viabilitat econòmica de les millores estudiades, es conclou que la millor opció a implantar és la instal·lació d'il·luminació LED i la substitució de la caldera de gasoil per una caldera de biomassa de pellets. Aplicant aquest paquet de millores, es redueixen les emissions de kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> un 60%, la inversió inicial realitzada, per la instal·lació del nou equipament, és retornada en 1,1 anys, s'obtenen uns beneficis anuals per valor de 31.832,93 € durant els vint anys de vida útil de les millores implantades.

Havent implantat aquesta primera millora, cal estudiar si l'aïllament de façanes o coberta, continuen sent bones opcions per implantar a l'explotació porcina. Realitzant les simulacions amb el programa CE3X, però prenent com a situació base l'existència d'il·luminació LED i una caldera de biomassa, s'obté el resultat que la millor opció a aplicar és l'aïllament de les façanes i augmentar el gruix d'aïllament en la coberta, per la cara exterior de la nau, mitjançant panell sandwich de 10 cm de gruix. La instal·lació d'aquesta millora a la nau, suposa una reducció de costos anuals de 4.008,71€ i una rendibilitat de la inversió al cap de 3,7 anys, però cal tenir en compte que el panell sandwich té una vida útil de quaranta anys, es produiran grans beneficis durant la vida útil del panell. Aquesta segona millora, no té efectes positius amb el



comportament energètic de la nau, ja que produeix un increment de les emissions de 124,8 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> a 129,4 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. Per tant es conclou que la instal·lació de la primera millora és del tot necessària perquè aconsegueix reduir el 60% de les emissions de l'explotació porcina, però quan intentem aplicar la segona millora produeix efectes adversos quant a la reducció d'emissions produïdes per la granja. D'altra banda si s'estudien les millores, únicament per la seva rendibilitat econòmica és aconsellable l'aplicació d'ambdues, ja que totes dues generen una reducció de costos. Finalment, tal com s'ha desenvolupat el treball, prioritzant la viabilitat econòmica de les millores, inicialment es realitzaria la instal·lació de la il·luminació LED i la caldera de biomassa, i en segon lloc es realitzaria l'aïllament de les façanes, obtenint com a resultats finals una qualificació energètica tipus D i una reducció del 59% de les emissions totals produïdes en l'explotació, passant de 312,4 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> a 129,4 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

Aplicant les millores estudiades, l'explotació porcina encara té marge per millorar el comportament energètic, en aquest treball s'hauria pogut realitzar l'estudi de la instal·lació d'un sistema de plaques solars fotovoltaïques per abastir la demanda elèctrica de l'explotació o la instal·lació de plaques solars tèrmiques per abastir la demanda d'aigua calenta, ja que serien dues millores molt completes que permetrien que l'explotació generes els seus propis recursos. També seria interessant la presa de dades sobre les temperatures de l'exterior, durant tot l'any, ja que el programa CE3X no disposa de la millora base de dades per aquest cas en concret, i per tant s'evitaria que hi hagués un error de càlcul tant important com s'ha trobat en aquest treball.

La realització d'aquest treball m'ha ajudat a valorar i quantificar la capacitat i el marge de millora que tenim per reformular el comportament energètic dels edificis, produint menys emissions i abastint les mateixes necessitats de demandes energètiques. Amb petites modificacions de les instal·lacions, els resultats que es poden obtenir són molts grans.

Per acabar:

És necessària una actuació.



## 8. Bibliografia



1. **Solé, Creus.** *Energies Renovables*. 2004.
2. **Ourfiniteworld.** ourfiniteworld.com/2019/07/10/why-stimulus-cant-fix-our-energy-problems/. [En línia] 2019.
3. **UNED.** Energias Renovable 3. www2.uned.es. [En línia] 31 / 03 / 2016.
4. **Generalitat de Catalunya.** Departament medi ambient. mediambient.gencat.cat/ca/05\_ambits\_dactuacio/educacio\_i\_sostenibilitat/educacio\_per\_a\_l\_a\_sostenibilitat/suport\_educatiu/canviclimatic/informacio/que\_es\_efecte\_hivernace/. [En línia] 2020.
5. **NASA Climate Change.** www.youtube.com/watch?v=Z4bSxb5THm4. [En línia] 18 / 01 / 2018.
6. **UNITED NATIONS.** United Nations Climate Change. unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/el-acuerdo-de-paris. [En línia] 2021.
7. **BP.** STATICIAL REVIEW OF WORLD ENERGY IN 2016. 2016.
8. **ENVIRA.** ISO-14040. www.envira.es. [En línia] 2021.
9. **Araporc.** www.araporc.es/normativa-explotaciones-porcinas/. [En línia] 2019.
10. **Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.** Producción y mercados ganaderos/Bienestanimal/Ganado Porcino. www.mapa.gob.es. [En línia] 2021.
11. **Juridicas, Noticia.** noticias.juridicas.com/. [En línia] 2020.
12. **STEEEP.** Support Training for an Excellent Energy Efficiency Performance. 2018.
13. **Enerdata.** Energia total - datos consumo. ww.datos.enerdata.net/. [En línia] 2020.
14. **CTE.** Documento SUA DBSUA. 2019.
15. **CONSTRUMÁTICA.** https://www.construmatica.com/construpedia/Par%C3%A1metros\_de\_Dise%C3%B1o\_Sostenible\_del\_Edificio. [En línia] 2020.
16. **CTE.** Document Básico. DA DB-HE. 3 – Puentes Térmicos. 2019.
17. **Cons, Blog de Ferber.** construccion-naves.blogspot.com/2009/07/nave-cebadero-de-porcino-en-lecinena\_10.html. [En línia] 2009.
18. **PREFABRICATS PUJOL.** www.prefabricatspujol.com. [En línia] 2020.
19. **EBRO, PANELES.** panelesebro.com. [En línia] 2020.
20. **CAVENCO.** cavenco.com/equipamiento-granjas-porcinas/. [En línia] 2020.
21. **CTE PLUS.** CTE PLUS ANEXO 2. 2019.



22. **CTE.** *Document Básico HE. Ahorro de energía.* 2019.
23. *El control ambiental como mejora de la producción porcina.* 2016.
24. **Llasset, Joan Montaña.** *Projecte de l'edifici.* 2003.
25. **GESTIONDE.** [www.gestacionde.com/cerdos/](http://www.gestacionde.com/cerdos/). [En línia] 2021.
26. **3tres3.** [www.3tres3.com](http://www.3tres3.com). [En línia] 2020.
27. **EfectoLED.** <https://www.efectoled.com/>. [En línia] 2021.
28. **BOE.** *Reglamento diseño ecológica de motores.* 2009.
29. **EFINOVA.** [www.efinova.es](http://www.efinova.es). [En línia] 2021.
30. **CERTIFICADOS ENERGETICOS.** [www.certificadosenergeticos.com](http://www.certificadosenergeticos.com). [En línia] 2021.
31. **GMS ARQUITECTURA.** [www.gmsarquitectura.com](http://www.gmsarquitectura.com). [En línia] 2021.
32. **CADASTRE ELECTRÒNIC.** [www.sedecatastro.gob.es](http://www.sedecatastro.gob.es). [En línia] 2021.
33. **CTE WEB.** [En línia] 2021.
34. **Aislux.** [aisluxgalicia.com](http://aisluxgalicia.com). [En línia] 2020. <https://www.aisluxgalicia.com/cms/wp-content/uploads/2014/09/Ficha-t%E9cnica-Policarb-Policomp-Arcoplus.pdf>.
35. **EN410, UNE -.** *CTN 85 - CERRAMIENTOS DE HUECOS EN EDIFICACIÓN Y SUS ACCESORIOS.*
36. **Grup Ensaco.** [www.ensaco.es](http://www.ensaco.es). *Instalaciones Biomasa Granjas.* [En línia] 2021.
37. **ENDEF.** [www.endef.com](http://www.endef.com). *Tipos placas solares.* [En línia] 2021.
38. **ENAIR.** [www.enair.es](http://www.enair.es). [En línia] 2021.
39. **Panelsandwich.org.** <https://panelsandwich.org>. *Panel sandwich cubierta.* [En línia] 2021.
40. **CERTICALIA.** <https://www.certicalia.com/blog/analisis-economico-en-ce3x>. [En línia] 2017.
41. **Metalpanel.** [www.metalpanel.com](http://www.metalpanel.com). *Catálogo Metalpanel.* [En línia] 2020.
42. **Hargassner.** [www.hargassner.es](http://www.hargassner.es). [En línia] 2021.
43. **Hogarsense.** [www.hogarsense.es/calefaccion/caldera-de-biomasa](http://www.hogarsense.es/calefaccion/caldera-de-biomasa). [En línia]
44. **Hidrotarraco.** [www.hidrotarraco.es/afondo/calderas\\_de\\_biomasa\\_pellet](http://www.hidrotarraco.es/afondo/calderas_de_biomasa_pellet). [En línia]
45. **IDAE.** *Guía Técnica - Instalaciones de biomasa térmica en edificios.* Madrid : s.n., 2009.
46. **Habitissimo.** <https://www.habitissimo.es/presupuestos/mantenimiento-calderas>. [En línia] 2020.
47. **CASALS.** [www.casals.com](http://www.casals.com). [En línia] 2020.



48. **Boulanger, Andrés.** *El control del agua y su consumo en porcinos.* 2011.
49. **LEDNET.** <http://www.lednet.es/>. [En línia] LEDNET, 2021.
50. **Placas Verdes.** <https://placasverdes.com/>. *Temperatura Regulada.* [En línia]
51. **Mapfre.** [www.mapfre.es](http://www.mapfre.es). [En línia] 2021.
52. **Greenice.** [www.greenice.com](http://www.greenice.com). *Equipos LED.* [En línia] 2021.
53. **ACAE.** [acae.es/cat/HAR/HAR/EQCAEB\\_\\_HAR/EQCAEB\\_\\_HAR7/UHAR57\\$/eco-pk-70-120-kw-calderas-de-pellets.html](http://acae.es/cat/HAR/HAR/EQCAEB__HAR/EQCAEB__HAR7/UHAR57$/eco-pk-70-120-kw-calderas-de-pellets.html). [En línia] 2021.
54. **CYPE.** [detallsconstructius.cype.cat](http://detallsconstructius.cype.cat). [En línia] 2020.
55. **Seu Electrònica del Catastre.** [En línia] 2021.
56. **Instituto Geográfica Nacional.** 2020.
57. **GOOGLE MAPS.** [En línia] 2021.





# 9. Annex

## 9.1. Càlcul de la ventilació necessària

En aquest apartat de l'annex s'exposen els càlculs realitzats per saber la ventilació necessària en la nostra explotació i poder realitzar un estudi de la demanda energètica teòrica que hauria de tenir l'activitat en qüestió.

Mitjançant el document referència [47] en la bibliografia del treball, es pot saber les demandes de flux d'aire necessàries per a cada garrí o mare reproductora de la nostra explotació.

**Taula 8.** Flux de ventilació per cada animal. [47]

Animales	Edad o Peso Kg	Temperatura °C	Humedad %	Caudal de aire necesario m³/h		Velocidad del aire a nivel de los animales. Máx admisibles m/s
				Invierno	Verano	
Cerdos lechones	5 Kg	23 - 25°C	85 - 55	4	8	0,2 - 0,5
	10 Kg	23 - 24°C		5	16	0,2 - 0,8
	15 Kg	22 - 24°C		6	24	0,2 - 1
	20 Kg	22 - 23°C		7	32	0,2 - 1,5
	25 Kg	22 - 23°C		8	40	0,2 - 1,5
Cerdas	Recría	15 - 17°C	85 - 55	17	180	0,4 - 4
	Por cubrir	10 - 13°C		23	240	0,4 - 4,5
	Gestantes	12 - 15°C		25	250	0,3 - 2

A partir d'aquesta Taula 6, s'han extret els valors necessaris per realitzar els càlculs. Per utilitzar aquests valors, cal tenir en compte que en l'explotació a estudiar els animals no es troben separats en funció del seu pes, sinó que es troben separats en funció de la fase en què es trobin del procés de creixement. Per aquesta raó, el que s'ha fet és fer una mitjana dels diferents cabals d'aire (m³/h) necessaris en funció del pes de l'animal, i s'ha calculat un flux mitjà pels garrins i un flux mitjà per les mares reproductores.

**Taula 9.** Càlcul del flux d'aire (m³/h) mitjà per l'explotació d'estudi  
(Font: Elaboració pròpia)

Animal	Temperatura (°C)	Flux d'aire necessari (m³/h)	
		Hivern	Estiu
Garrins	21 - 23	5,5	20
Mares reproductores	18 - 20	21,5	220

La situació inicial de l'explotació és tenir una constant de 50 mares reproductores, que es pot aplicar com una dada constant. Per tant la ventilació necessària per a les mares reproductores és la següent:

$$Ventilacio_{total\ mares} = Ventilacio_{mares} \cdot Total_{mares} = 71 \frac{m^3}{h} \cdot 50 \text{ mares} = 3550 \frac{m^3}{h}$$

En el cas dels garrins, per saber la ventilació necessària per a cada hora diària, el càlcul s'ha efectuat de forma diferent. L'explotació té una producció de 1250 garrins/any, el que equival a 3,42 garrins al dia. Tenint en compte que a l'explotació es duen a terme 2,5 cicles al llarg d'un any natural, val a dir que l'any està dividit en tres cicles; dos cicles de 146 dies cadascun i un tercer cicle que té una durada de 73 dies, com a conseqüència lògica el sumatori fa un total de 365 dies. El que s'ha fet ha estat, fer un petit programa mitjançant el programari MATLAB, el qual té la finalitat de calcular la ventilació per hora, necessària per als garrins. El que s'ha tingut en compte és que cada dia que s'avança durant la durada d'un cicle de producció, la quantitat de garrins que hi ha augmenta en 3,42 garrins més que el dia anterior i per tant la



ventilació ha de ser major que el dia anterior. A continuació, s'exposa l'algoritme programat per poder obtenir els valors desitjats.

```
dies = 1:146; %[dies], número total de dies que dure el 1r i
2n cicle productiu de l'any
proddia= 3.42; %[garrins/dia], productivitat de garrins al dia
ventg= 9; %[m3/h], ventilació necessària per cada garri
n=length(dies);
venttot=0;
for i=1:n
    garrins=dies(i)*proddia; %garrins que neixent cada dia
    ventdia=garrins*ventg; %ventilació necessària cada dia
    venttot=ventdia+venttot;
end
venttot; %[m3/146 dies], ventilació total necessària al llarg
de 146 dies

dies1 = 1:73; %[dies], número total de dies que dure el 3r
cicle productiu de l'any
n=length(dies1);
venttot1=0;
for i=1:n
    garrins=dies(i)*proddia; %garrins que neixent cada dia
    ventdia1=garrins*ventg; %ventilació necessària cada dia
    venttot1=ventdia1+venttot1;
end
venttot1; %[m3/73 dies], ventilació total necessària al llarg
de 73 dies

vdiaannual= (venttot+venttot+venttot1)/365; %[m3/dia],
ventilació diària al llarg d'un any
vhoraannual= vdiaannual/24; %[m3/h], ventilació per hora al
llarg de l'any

vhoraannual= 84.9015 %[m3/h], valor de la ventilació per hora
```

Com es pot veure en l'última línia del codi, com el valor de ventilació per hora necessària per als garrins és:

$$Ventilació\ total_{garrins} = 84,9015 \frac{m^3}{h}$$

$$Ventilació\ total = Ventilació\ total_{mares} + Ventilació\ total_{garrins} = 3634,9015 \frac{m^3}{h}$$

Havent calculat la ventilació necessària que cal tenir en la granja, perquè hi hagi una renovació constant d'aire i mantenir l'aire interior net d'impureses, el nombre de renovacions d'aire per hora que s'hauran de fer a l'explotació serà 1,033 ren/h, tenint en compte que el volum de l'explotació és de 3518,06 m<sup>3</sup>. Aquesta dada és utilitzada en el programa CE3x per poder realitzar els estudis d'eficiència energètica en la situació actual i en els estudis de les millores proposades.



## 9.2. Càlcul del consum d'ACS

Per poder realitzar el càlcul energètic de l'edifici amb el programari CE3x, és necessari saber el consum d'aigua en L/dia, per aquesta raó en aquest apartat s'exposen els càlculs realitzats per avaluar el consum d'aigua necessari per a l'explotació porcina. El consum d'aigua es divideix en tres parts: consum animal, tèrmic i neteja d'instal·lacions.

En el document amb referència [48] de la bibliografia del treball, s'han extret els valors de consum d'aigua en funció de l'etapa en què es troba l'animal durant el procés de creixement i producció. Per assegurar el marge d'error que pot haver-hi en el càlcul, s'idealitza que totes les mares reproductores es troben en estat de lactament, produint així major consum d'aigua. També es defineix la mateixa situació ideal pels garrins, els quals definirem que des del naixement tindran un consum mitjà com els garrins postdeslletament. La definició d'aquests consums ideals, però que es troben equilibrats de forma negativa i ajuda a equilibrar el consum, ja que en el càlcul del consum no es té en compte el malbaratament d'aigua que es pot tenir en les instal·lacions i que varia entre el 15-20% del consum total, en funció del tipus de tecnologia emprada pel subministrament d'aigua als animals o la maquinària utilitzada per netejar-los.

Necessitats d'aigua segons etapa de producció [L/dia]: [48]

- Garrins (maternitat):  $0.1 - 0.2 \approx 0,15$  L/dia
- Garrins (post-deslletament):  $2 - 2,5 \approx 2,25$  L/dia
- Mare reproductora gestant:  $12 - 15 \approx 13,5$  L/dia
- Mare reproductora lactant:  $22 - 25 \approx 23,5$  L/dia

Necessitats del consum d'aigua per neteja dels animals [L/dia]:

- Dutxes: 2 per reproductor
- Neteja: 4,5 per reproductor

Primer es calcula el consum d'aigua de les mares reproductores, que com s'ha explicat anteriorment s'idealitza el consum en 23,5 L/dia per mare reproductora.

$$Consum_{total\,mares} = Consum_{mare} \cdot N^{\circ} mares = 23,5 \frac{L}{dia} \cdot 50 mares = 1175 \frac{L}{dia}$$

Per poder calcular el consum dels garrins com una dada constant diària s'ha de calcular el consum anual total, en funció del naixement de garrins per dia i el consum dels garrins. El procediment per calcular-ho serà el mateix que l'utilitzat per calcular la ventilació necessària per als garrins i mitjançant el mateix programari MATLAB, cosa que ens permetrà fer un sumatori iteratiu dels consums d'aigua diari, en funció del nombre de garrins que neixen diàriament al llarg d'un any, en e que hi trobem 2,5 cicles de producció. Finalment es dividirà el consum d'aigua acumulada anualment pels garrins per 365 dies que té un any natural i per tant obtenir com a resultat final una constant de consum d'aigua en [L/dia] dels garrins. A continuació s'exposa l'algoritme definit per fer els càlculs.



```

dies = 1:146; %[dies], número total de dies que dure el 1r i
2n cicle productiu de l'any

proddia= 3.42; %[garrins/dia], productivitat de garrins al dia

consg= 2.25; %[L/dia], consum d'aigua diari per garri

n=length(dies);

constot=0;

for i=1:n
    garrins=dies(i)*proddia; %garrins que neixent cada dia
    consdia=garrins*consg; %consum necessari diari
    constot=consdia+constot;
end

constot; %[m3/146 dies], ventilació total necessaria al llarg
de 146 dies

dies1 = 1:73; %[dies], número total de dies que dure el 3r
cicle productiu de l'any

n=length(dies1);

constot1=0;

for i=1:n
    garrins=dies(i)*proddia; %garrins que neixent cada dia
    consdia1=garrins*consg; %consum necessari diari
    constot1=consdia1+constot1;
end

constot1; %[m3/73 dies], ventilació total necessaria al llarg
de 73 dies

consumdiari= (constot+constot+constot1)/365; %[L/dia], consum
diari al llarg d'un any

consumdiari= 509.4090; %[L/dia], constant resultant consum
diari d'aigua dels garrins al llarg d'un any natural

```

Com es pot veure en l'última línia del codi, el valor de consum d'aigua diari pels garrins és:

$$\text{Consum total}_{\text{garrins}} = 509,41 \frac{L}{\text{dia}}$$

$$\text{Consum animals} = \text{Consum total}_{\text{mares}} + \text{Consum total}_{\text{garrins}} = 1684,41 \frac{L}{\text{dia}}$$

A continuació es calcula el consum d'aigua necessari per a la neteja dels garrins en el moment del seu naixement. S'ha utilitzat el següent algoritme per poder calcular el consum diari en neteja dels garrins:



```

dies = 146; %[dies], número total de dies que dure el 1r i 2n
cicle productiu de l'any

proddia= 3.42; %[garrins/dia], productivitat de garrins al dia

consaignet= 6.5; %[L/dia], aigua necessaria per la neteja dels
garrins

garrins=dies*proddia; %garrins que neixent al llarg d'un cicle

consumcicle=garrins*consaignet; %[L/cicle], consum necessaria
durant un cicle

dies1 = 73; %[dies], número total de dies que dure el 3r cicle
productiu de l'any

garrins1=dies1*proddia; %garrins que neixent al llarg d'un
cicle

consumcicle1=garrins1*consaignet; %[L/cicle], consum
necessaria durant un cicle

consumanual= (consumcicle+consumcicle+consumcicle1); %[L/any],
consum anual per netejes

cdiari= consumanual/365; %[L/dia], consum diàri per netejes

cdiari= 22.23; %[L/dia], valor consum diàri per netejes

```

Com es pot veure en l'última línia del codi, el valor de consum d'aigua diari per la neteja dels garrins acabats de nàixer és:

$$Consum\ neteja_{garrins} = 22,23 \frac{L}{dia}$$

$$Consum\ diari_{animal} = Consum\ animal + Consum\ neteja_{garrins} = 1706,64 \frac{L}{dia}$$

Tenint ja calculat el consum d'aigua necessari per al benestar dels animals, es procedeix a calcular el consum d'aigua que es té setmanalment, però que es necessita en unitats de [L/dia] perquè el valor sigui útil per utilitzar-los al programa CE3x.

Per poder fer el sanejament dels diferents mòduls de l'explotació, cada setmana es destina 45 min de consum d'aigua. La màquina té una potència de 15CV, que equivalen a 10,95 kW, per tant també s'haurà de tenir en compte un consum elèctric de forma setmanal destinat a la neteja de les instal·lacions. La màquina de sanejament té un dipòsit de 400 L, el qual és reomplert dues vegades quan és dur a terme la tasca de neteja, per tant cada setmana es destinen 800 L d'aigua calenta per netejar les instal·lacions. L'aigua utilitzada és aigua calenta perquè facilita la neteja de les instal·lacions i ajuda a no reduir dràsticament la temperatura del terra.

Es procedeix a realitzar el consum anual d'aigua calenta per la neteja de les instal·lacions:



$$\text{Consum anual}_{\text{neteja}} = 800 \frac{L}{\text{set}} \cdot 52 \frac{\text{set}}{\text{any}} = 41600 \frac{L}{\text{any}}$$

Finalment, per obtenir un valor de consum diari d'aigua calenta per la neteja de les instal·lacions, únicament cal dividir el consum anual entre els 365 dies.

$$\text{Consum diari}_{\text{neteja instal·lacions}} = \frac{41600 \frac{L}{\text{any}}}{365 \text{ dies}} = 113,97 \frac{L}{\text{dia}}$$

Així doncs, ja tenim el valor a utilitzar en el programari CE3x destinat a neteja d'instal·lacions.

Finalment queda per definir el consum d'aigua calenta destinat a la utilització del sistema de calefacció de terra radial. La instal·lació tèrmica té un funcionament constant, ja que la superfície de la granja s'ha de mantenir a la temperatura adequada per donar màxim confort possible als animals.

Les instal·lacions de terra radial es poden distribuir de diferents formes. En l'explotació, en el seu moment es va fer la instal·lació en forma de serpenti. Els tubs tenen un diàmetre de 20 mm, és un diàmetre una mica major a l'habitual, però en ser un espai tan gran i totalment diàfan es va creure necessari instal·lar aquest tipus de tubs. Els tubs es troben distanciat 18 cm entre si, ja que el sistema de terra radial únicament s'utilitza com a calefacció, si tingués altres funcionalitats la distància entre tubs seria diferent. Per poder saber el volum constant d'aigua que tenim calefactat, és necessari calcular els metres lineals de tubs que hi trobem a la nau.

La calefacció amb terra radial es troba instal·lada en un total de 671,851 m<sup>2</sup>. Calculem el metre lineal de tub que tenim en 1 m<sup>2</sup>:

$$\frac{ml \text{ tub}}{m^2} = \frac{1 m}{0,18 m} = 5,55 \frac{ml}{m^2}$$

Tenint el valor de ml per cada m<sup>2</sup>, únicament queda multiplicar-ho per la totalitat de m<sup>2</sup> que tenim estès el sistema de calefacció i sumar el ml que tenim des de l'inici de la instal·lació fins al col·lector, el qual es troba a uns 40 cm del forjat inferior :

$$L_{\text{total}} = \left( 5,55 \frac{ml}{m^2} \cdot 671,851 m^2 \right) + 3,2 ml \approx 3731,973 ml$$

Si calculem el volum per tots els metres lineal, es té els L/dia que es necessiten com a consum d'aigua calenta:

$$V = \pi * \left( \frac{d}{2} \right)^2 \cdot L_{\text{total}} = \pi \cdot \frac{0,02^2 m^2}{4} \cdot 3731,973 ml = 1,172 m^3 \approx 1172,43 \frac{L}{\text{dia}}$$

Per tant, es pot concloure que el consum d'aigua per calefacció radial és:

$$\text{Consum ACS}_{\text{radial}} = V = 1172,43 \frac{L}{\text{dia}}$$





Així doncs, el consum d'aigua diari que es té a l'explotació i que utilitzarem per dur a terme l'estudi energètic és la suma de les tres parts estudiades:

$$\text{Consum total} = \text{Consum diari}_{\text{animal}} + \text{Consum diari}_{\text{neteja}} + \text{Consum ACS}_{\text{radial}}$$

$$\text{Consum total} = 2993,04 \frac{\text{L}}{\text{dia}}$$

El valor que utilitzarem en el programa CE3x, per poder avaluar el consum diari d'aigua calenta que tenim en l'explotació serà de 2993,04 L/dia.

### 9.3. Càlcul del consum elèctric

En l'explotació es té diverses instal·lacions que produeixen un consum energètic. Aquest apartat és necessari realitzar-lo per poder obtenir una certificació energètica de l'explotació en la situació actual de l'edifici, a partir del programa CE3X, el qual ens demana el consum energètic anual en W/any. A continuació s'explicarà detalladament quines instal·lacions produeixen un consum elèctric.

- **Il·luminació nau.** En la nau hi trobem instal·lats un total de 60 fluorescents convencionals. A partir de la pàgina web LEDNET amb referència [49] a la bibliografia del treball, es calcula si la nau compleix els requisits establerts pel Reial Decret 1135/2002, el qual indica que ha d'haver-hi una il·luminació mínima de 40 luxs durant 16 h/dia en les granges porcines, pel benestar dels animals i els treballadors en qüestió puguin dur a terme les tasques correctament. El lux és la unitat de mesura dels lúmens en m<sup>2</sup> influïts.

En els fluorescents convencionals únicament el 63% del flux lumínic, resulta útil [49]. A partir de la fitxa tècnica del producte [27], sabem que els fluorescents tenen una potència elèctrica de 54 W i lluminositat de 4.400 lúmens, resultant el 63% útils, per tant 2.772 lúmens útils. Realitzem càlculs de consum i compliment del Reial Decret 1135/2002:

$$N^{\circ} \text{fluorescents} \cdot \frac{\text{lúmens útils}}{\text{fluorescent}} = 60 \cdot \frac{2772}{1} = 166.320 \text{ lúmens totals}$$

$$\frac{\text{Lúmens totals}}{\text{superfície}} [\text{lux}] = \frac{5.803,6}{588,6} = 282,57 \text{ lux}$$

S'observa doncs que els nombres de luxs que tenim és de 282,57 lux per tant es compleix els requisits establerts pel Reial Decret 1135/2002 en termes de lluminositat. Únicament queda per calcular el consum anual d'aquests fluorescents:

$$\text{Consum}_{\text{fluorescents}} = 60 \text{ fluorescents} \cdot \frac{54 \text{ W}}{\text{h}} \cdot \frac{16 \text{ h}}{\text{dia}} \cdot 365 \frac{\text{dies}}{\text{any}}$$

$$\text{Consum}_{\text{fluorescents}} = 18.921.600 \frac{\text{W}}{\text{any}}$$



- **Plaques elèctriques tèrmiques.** Com ja s'ha explicat en anteriors punts, les plaques tèrmiques s'utilitzen per poder augmentar la temperatura en els mòduls de part i postpart durant els 25 dies després del part i les cries puguin obtenir el benestar més gran possible i tenir una bona etapa de creixement. A partir de la fitxa tècnica [50], sabem que les plaques tèrmiques tenen un consum de 110 W/h. Al tenir 2,5 cicles l'any en aquesta explotació, s'estima que al llarg de l'any s'utilitzen durant un total de 70 dies per any natural. Per tant es calcula el consum anual del conjunt de plaques tèrmiques hi ha a la instal·lació, un total de 48, una per cada mòdul:

$$Consum_{plaques\ tèrmiques} = 48\ plaques \cdot \frac{110\ W}{h} \cdot \frac{24\ h}{dia} \cdot \frac{70\ dia}{any}$$

$$Consum_{plaques\ tèrmiques} = 8.870.400 \frac{W}{any}$$

- **Bombetes infraroges.** Un altre element que produeix un consum elèctric són les bombetes infraroges, que també són utilitzades en els mòduls de cria. Les bombetes únicament s'utilitzen els primers 10 dies després del part, per donar el màxim confort possible, per tant s'utilitzen un total de 25 dies l'any, ja que al llarg de l'any es compleixen 2,5 cicles. Les bombetes infraroges tenen un consum de 175 W/h i n'hi ha un total de 48, una en cada mòdul de cria. Es procedeix a fer el càlcul del consum elèctric anual de les bombetes infraroges:

$$Consum_{bombetes} = 48\ bombetes \cdot \frac{175\ W}{h} \cdot \frac{24\ h}{dia} \cdot \frac{25\ dia}{any}$$

$$Consum_{bombetes} = 5.040.000 \frac{W}{any}$$

- **Electrobomba dipòsit.** Per poder omplir el dipòsit de 4.200 l, es té una bomba ubicada al riu més proper que es troba en la instal·lació, encarregada de bombar l'aigua fins al dipòsit. Els càlculs realitzats anteriorment, s'ha estimat un consum d'aigua de 2.993,04 L/dia, per tant s'estima que cada 1,5 dies el dipòsit s'hagi d'omplir, al llarg de l'any funcionarà un total de 244 dies. La bomba té una potència de 1,5 CV = 1,095 kW/h. Tenint un cabal de 2 m<sup>3</sup>/h, la bomba estarà funcionant durant 130 min cada 1,5 dies. Així doncs, es realitzen els càlculs del consum de l'electrobomba per impulsar l'aigua del riu fins al dipòsit:

$$Consum_{electrobomba} = \frac{1.095\ W}{h} \cdot \frac{130\ min}{dia} \cdot \frac{1\ h}{60\ min} \cdot \frac{244\ dia}{any}$$

$$Consum_{electrobomba} = 578.890 \frac{W}{any}$$



- **Màquina servei de neteja.** La màquina de neteja s'utilitza durant 45 min/dia, i disposa d'una potència de 15 CV= 11,25 kW/h. Es procedeix a calcular el consum de la màquina de neteja:

$$Consum_{neteja} = \frac{11.250 \text{ W}}{h} \cdot \frac{45 \text{ min}}{\text{dia}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \cdot \frac{365 \text{ dia}}{\text{any}}$$

$$Consum_{neteja} = 3.079.687,5 \frac{W}{any}$$

- **Sistema de ventilació.** El sistema de ventilació té una potència de 310 W cada ventilador. En l'instal·lació hi trobem dos ventiladors que es troben en funcionament les 24 h del dia. Per tant el consum elèctric que tenim en ventilació és:

$$Consum_{ventiladors} = 2 \text{ unitats} \cdot \frac{310 \text{ W}}{h} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ dia}} \cdot \frac{365 \text{ dia}}{\text{any}}$$

$$Consum_{ventiladors} = 5.431.200 \frac{W}{any}$$

Finalment, per saber el consum anual elèctric en la instal·lació, únicament cal sumar el consum de les diferents instal·lacions; neteja, electrobomba, bombetes, plaques tèrmiques i il·luminació, caldera de gasoil, equipament de ventilació.

$$Consum \text{ electric total} = 41.921.777,5 \frac{W}{any} = 41,92 \frac{MW}{any}$$

## 9.4. Informe energètic situació actual. CE3X

### CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

#### IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	EXPLOTACIÓ PORCINA		
Dirección	Carretera de Burg		
Municipio	Burg	Código Postal	25595
Provincia	Lleida	Comunidad Autónoma	Cataluña
Zona climática	E1	Año construcción	2003
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	25111A001000480000QJ		

#### Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<input type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Unifamiliar</li> <li><input type="radio"/> Bloque</li> <li><input type="radio"/> Bloque completo</li> <li><input type="radio"/> Vivienda individual</li> </ul>	<input checked="" type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Edificio completo</li> <li><input type="radio"/> Local</li> </ul>

#### DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Roger Colomo Espot	NIF(NIE)	48256326A
Razón social	Terciari	NIF	48256326A
Domicilio	Carrer Unic, S/N		
Municipio	Lleida	Código Postal	25008
Provincia	Lleida	Comunidad Autónoma	Cataluña
e-mail:	rogercolomoespot@gmail.com	Teléfono	671802774
Titulación habilitante según normativa vigente	Estudiant d' Enginyeria Mecànica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> / m² año]

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 21/03/2021

Firma del técnico certificador

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

Fecha  
Ref. Catastral

29/06/2021  
25111A001000480000QJ

Página 1 de 8

(Font: CE3X)

## ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	588.6
Imagen del edificio	Plano de situación
	

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	702.0	0.54	Conocidas
Muro de fachada - NE	Fachada	243.0	1.68	Conocidas
Muro de fachada - SO	Fachada	241.2	1.68	Conocidas
Muro de fachada - NO	Fachada	21.05	1.68	Conocidas
Muro de fachada - SE	Fachada	53.05	1.68	Conocidas
Suelo con terreno	Suelo	702.0	0.33	Estimadas

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
PORTA NO 1	Hueco	20.0	5.70	0.22	Estimado	Estimado
PORTA NO 2	Hueco	22.0	5.70	0.22	Estimado	Estimado
PORTA 3	Hueco	10.0	5.70	0.22	Estimado	Estimado
Finestres	Hueco	39.6	3.30	0.77	Conocido	Conocido



### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	58.4	60.0	Gasóleo-C	Estimado
<b>TOTALES</b>	<b>Calefacción</b>				

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
<b>TOTALES</b>	<b>Refrigeración</b>				

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	2993.04
--	---------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	58.4	60.0	Gasóleo-C	Estimado
<b>TOTALES</b>	<b>ACS</b>				

#### Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Sistema de ventil-lació 1	Ventilador de caudal constante	Refrigeración	2715.60
Sistema de ventil-lació 2	Ventilador de caudal constante	Refrigeración	2715.60
Electrobomba distribució d'aigua	Bomba de caudal constante	ACS	1174.80
<b>TOTALES</b>			6606.0

### 4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Edificio Objeto	52.97	18.75	282.57	Conocido
<b>TOTALES</b>	<b>52.97</b>			



**5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)**

Espacio	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Perfil de uso
Edificio	588.6	Intensidad Media - 24h





## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	E1	Uso	Intensidad Media - 24h
----------------	----	-----	------------------------

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
<div><div>&lt; 63.3 A</div><div>63.3-102.8 B</div><div>102.8-158.2 C</div><div>158.2-205.6 D</div><div>205.6-253.1 E</div><div>253.1-316.3 F</div><div>≥ 316.3 G</div></div>	<div>312.4 F</div>	CALEFACCIÓN		ACS			
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	F	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	G		
		126.02		54.65			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		Emisiones globales [kgCO2/m² año]		Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	E	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	F
				10.86		117.12	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	131.69	77514.43
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	180.67	106342.45

### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>&lt; 317.3 A</div><div>317.3-515.6 B</div><div>515.7-733.3 C</div><div>733.3-1031.3 D</div><div>1031.3-1269.3 E</div><div>1269.3-1586.6 F</div><div>≥ 1586.6 G</div></div>	1462.3 F	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]	F	Energía primaria ACS [kWh/m² año]	F
		477.76		207.16	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]	E	Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	F
		64.12		691.38	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]					

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div>&lt; 59.3 A</div><div>59.3-97.3 B</div><div>97.3-149.6 C</div><div>149.6-194.6 D</div><div>194.6-239.4 E</div><div>239.4-299.3 F</div><div>≥ 299.3 G</div></div>	<div>243.1 F</div>	<div><div>&lt; 17.0 A</div><div>17.0-27.6 B</div><div>27.6-42.5 C</div><div>42.5-55.2 D</div><div>55.2-68.0 E</div><div>68.0-85.0 F</div><div>≥ 85.0 G</div></div>	<div>65.6 E</div>
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Fecha  
Ref. Catastral

29/06/2021  
25111A001000480000QJ

Página 5 de 8

(Font: CE3X)

### ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Rehab tèrmica

#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> / m² año]	
< 317.3 A	1204.4 E	< 63.3 A	239.6 E
317.3-515.3 B		63.3-102.8 B	
515.3-793.3 C		102.8-158.2 C	
793.3-1031.3 D		158.2-205.6 D	
1031.3-1269.3 E		205.6-253.1 E	
1269.3-1586.6 F		253.1-316.3 F	
≥ 1586.6 G		≥ 316.3 G	

#### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]	
< 59.9 A	86.5 B	< 17.0 A	116.7 G
59.9-97.3 B		17.0-27.6 B	
97.3-149.6 C		27.6-42.5 C	
149.6-194.5 D		42.5-55.2 D	
194.5-239.4 E		55.2-68.0 E	
239.4-299.3 F		68.0-85.0 F	
≥ 299.3 G		≥ 85.0 G	

#### ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	144.11	64.4%	58.34	-77.8%	175.71	0.0%	353.83	0.0%	743.20	24.1%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	169.90	C 64.4%	113.99	G -77.8%	207.16	F 0.0%	691.38	F 0.0%	1204.36	E 17.6%
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m² año]	44.82	C 64.4%	19.31	G -77.8%	54.65	G 0.0%	117.12	F 0.0%	239.60	E 23.3%
Demanda [kWh/m² año]	86.47	B 64.4%	116.67	G -77.8%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos )
Rehabilitació tèrmica de la coberta i aïllament façanes
Coste estimado de la medida
49577.57 €
Otros datos de interés

Fecha  
Ref. Catastral

29/06/2021  
25111A001000480000QJ

Página 6 de 8

(Font: CE3X)

## LED/ BIOMASSA

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
< 232.3 A	728.5 D	< 49.5 A	124.8 D
232.3-377.7 B		49.5-80.5 B	
377.5-580.8 C		80.5-123.8 C	
580.8-755.9 D		123.8-161.0 D	
755.9-929.3 E		161.0-198.1 E	
929.3-1161.6 F		198.1-247.7 F	
≥ 1161.6 G		≥ 247.7 G	

## CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]	
< 64.0 A	241.6 E	< 9.7 A	60.2 G
64.0-104.1 B		9.7-15.8 B	
104.1-160.1 C		15.8-24.2 C	
160.1-208.1 D		24.2-31.5 D	
208.1-256.2 E		31.5-38.8 E	
256.2-320.2 F		38.8-48.5 F	
≥ 320.2 G		≥ 48.5 G	

## ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	271.74	32.9%	30.11	8.2%	118.59	32.5%	314.51	11.1%	748.18	23.8%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	23.10	A 95.2%	58.84	G 8.2%	10.08	A 95.1%	614.56	G 11.1%	728.50	D 50.2%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	4.89	A 96.1%	9.97	G 8.2%	2.13	A 96.1%	104.10	G 11.1%	124.81	D 60.0%
Demanda [kWh/m² año]	241.58	E 0.6%	60.22	G 8.2%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

## DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos )

Il·luminació LED i Caldera Biomassa

Coste estimado de la medida

29275.26 €

Otros datos de interés



#### ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	21/03/2021
--	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
--------------------------------------



## 9.5. Càlcul il·luminació LED

Per poder calcular els fluorescents necessaris per a la instal·lació, es durà a terme un estudi prova error, per saber si es compleix amb la normativa del Reial Decret 1135/2002 respecte a la il·luminació mínima de 40 luxs en les granges porcines. De totes maneres, per no tenir una il·luminació mínima, el llindar mínim d'il·luminació que es marca en la substitució dels fluorescents convencionals per fluorescents LED serà de 120 luxs, per tenir una il·luminació 3 vegades superior a la mínima establerta, així els operaris poden treballar de forma correcta i es millora la productivitat en l'explotació.

Actualment, per maximitzar l'eficiència energètica en les granges porcines, s'instal·len els fluorescents led tipus T8, a causa de les bones característiques d'eficiència energètica i la seva capacitat d'il·luminació. [51]

Es procedeix a calcular la quantitat de fluorescents necessaris per obtenir 120 lux en tota la superfície de la nau. Tots els valors característics dels fluorescents s'han extret de la fitxa tècnica del producte que se s'exposa al final d'aquest apartat del treball.

Hipòtesi inicial = 18 fluorescents

Lluminositat/ut = 4.000 lúmens

Lluminositat nau = 4.000 \* 18 = 72.000 lúmens

Superfície nau = 588,6 m<sup>2</sup>

Luxs = 72.000/588,6 = 122,33 luxs

Observem que per un total de 18 fluorescents repartits al llarg de tota la nau, s'obtindria una lluminositat de 122,33 luxs.

Calculem el consum dels fluorescents al llarg de tot un any:

$$Consum_{LED} = 18 ut \cdot \frac{40 W}{h} \cdot 16 \frac{h}{dia} \cdot 365 \frac{dies}{any} = 4.204.800 \frac{W}{any}$$



Cost inversió inicial: [52]

$$Inversió inicial LED = 18 fluorescents \cdot 31,22€ = 561,96 €$$

Vida útil: [52]

$$Vida útil = \frac{50.000 h}{16 \frac{h}{dia}} = 3125 dies \cdot \frac{1 any}{365 dies} = 8,56 anys$$

### 9.5.1. Fitxa tècnica fluorescents LED T8

**Equipo Estanco LED IP65 120Cm T8 40W Lumileds 2835 Regulable 50.000H**


**A<sup>+</sup>**


■ Blanco Frío

1916-TRIP1200-40W-CW

CE RoHS TÜV GREEN LAMP

<b>CONSUMO DE ENERGÍA (KWH/1000H)</b> 40	<b>CRI</b> 80	<b>DIMABLE</b> Sí
<b>DRIVER REGULABLE</b> Sí	<b>EQUIVALENCIA (W)</b> 72	<b>POTENCIA (W)</b> 40
<b>ANGULO DE APERTURA (°)</b> 120	<b>CLASE ENERGÉTICA</b> A++	<b>EFICACIA LUMINOSA (LM/W)</b> 100
<b>TIEMPO DE ARRANQUE (S)</b> 0.1	<b>UGR</b> ≤19	<b>DIFUSOR</b> Opal
<b>FACTOR DE POTENCIA (PF)</b> 0.99	<b>INSTALACIÓN</b> IP65	<b>KELVIN °</b> 6000
<b>LUMINOSIDAD (LM)</b> 4000	<b>PESO (GR)</b> 2000	<b>FRECUENCIA DE TRABAJO (HZ)</b> 50/ 60
<b>VIDA ESTIMADA (H)</b> 50.000	<b>CICLOS DE ENCENDIDOS</b> 100.000	<b>RANGO TEMPERATURA (°C)</b> -20 +65
<b>MEDIDAS (MM)</b> 1200x85x70	<b>TENSIÓN NOMINAL</b> 190-260VAC	<b>TEMPERATURA LUZ</b> Blanco Frío
<b>CONSTRUCCIÓN</b> Aluminio/ PC	<b>NÚMERO Y TIPO DE LEDS</b> Lumileds 2835	<b>CERTIFICADOS</b> CE & RoHS, TÜV
<b>CÓDIGO PRODUCTO</b> 1916-TRIP1200-40W-CW		





**Equipo Estanco LED IP65 120Cm T8 40W Lumileds 2835 Regulable 50.000H**

**A<sup>+</sup>**

**El Equipo Estanco de LEDs ofrece un ahorro energético de más del 50% respecto a un equipo estanco convencional.**

Increíbles resultados tanto lumínicos como de estanqueidad, gracias a sus materiales resistentes al agua, al polvo y a la corrosión, con un **factor de protección IP65**. Cuenta con una carcasa de aluminio y una cubierta de PCB. Es ideal para la sustitución de pantallas convencionales con tubos de fluorescencia.

**Permite ajustar la intensidad de la luz (TRIAC 30-100%),** obteniendo estancias iluminadas según las necesidades de cada momento. Es ideal para la sustitución de pantallas convencionales con tubos de fluorescencia de 72W.

**Cuenta con un diseño innovador con difusor opal.** Ideal para zonas que requieren muchas horas de encendido como aparcamientos, parkings, naves, oficinas, colegios, etc.

**Como principales ventajas, están:**

- No requiere mantenimiento. **Durabilidad, más de 50.000 horas gracias a sus componentes de la más alta calidad.**
- Instalación sencilla, conecta directamente a la red.
- Arranque instantáneo y no afecto a sus horas de vida.

(Font: Greenlce)



## 9.6. Fitxa tècnica caldera HARGASSNER

### Eco-PK 70 – 120 kW

#### Funcionamiento **ECO** bajo consumo

##### Ventilador de humos EC con regulación de velocidad y de depresión

Hargassner integra en la **ECO-HK** los ventiladores de tiro forzado **EC** de bajo consumo. La ventaja decisiva de esta **tecnología EC GreenTech** radica en su rendimiento, notablemente mayor en un 90 %. Esto supone un **ahorro de energía y, por tanto, de costes de electricidad**. La toma de depresión mide constantemente la presión en la cámara de combustión. Basándose en estos datos, el control regula la velocidad del ventilador de humos y mantiene así la depresión dentro de un rango óptimo. Este concepto garantiza una combustión con bajo nivel de emisiones y máximo rendimiento.



#### Encendido de bajo consumo

El novedoso diseño de este elemento de ignición reduce por un lado el consumo de potencia a tan solo 300 W (1000 W menos) y por otro lado, aumenta la efectividad del proceso de ignición.

- Reducción de energía de hasta un 88%
- control de encendido inteligente
- silencioso



#### Vigilancia de brasas

La vigilancia exacta de la altura del lecho de brasas mediante sensores permite conseguir el estado de combustión más eficaz en función de la calidad del combustible. Su caldera funciona siempre con la potencia requerida y a los valores de combustión óptimos.

#### Exclusiva parrilla trituradora escalonada

Consta de dos parrillas giratorias situadas una tras otra con disposición escalonada que pueden moverse independientemente. Esto permite utilizar pellets como combustible, o bien, cualquier otro combustible agrícola de forma fácil y cómoda.



Durante la combustión es posible mover la parrilla de forma controlada para mantener el lecho de brasas uniforme.



Quemando pellets, durante la eliminación de cenizas solo se abre la parrilla trasera. Las cenizas caen, mientras que las brasas residuales permanecen.



Con la caldera fría, antes del nuevo arranque se realiza una limpieza íntegra de la parrilla. Al abrirse las dos parrillas, además de las cenizas frías se eliminan todos los cuerpos extraños, como piedras, clavos,...



En el caso del uso de combustibles difíciles, la caldera activa la función de trituración de costras, asegurando una correcta limpieza de las parrillas.

95%  
Eficiencia superior al  
Caldera pellets



#### Cámara de combustión completamente refractaria

**Cámara de combustión de alto rendimiento totalmente refractaria con concentrador de llama para una óptima postcombustión** La cámara de combustión refractaria garantiza gracias a su efecto acumulador especial una alta temperatura de combustión (también con carga parcial), minimiza el uso del dispositivo de ignición y reduce el nivel de emisiones.

#### ¡La limpieza optimizada aumenta el rendimiento!

El nuevo sistema de limpieza limpia ahora en intervalos periódicos **TODOS** los pasos del intercambiador -

**NUEVO** - también en el 1er paso consta de tubuladores resistentes a las altas temperaturas.

**NUEVO**

Los bordes de los tubuladores eliminan a la perfección los restos de hollín del intercambiador de la caldera, que caen directamente al sinfín de cenizas. Esto produce un alto confort de limpieza y mayor rendimiento anual.

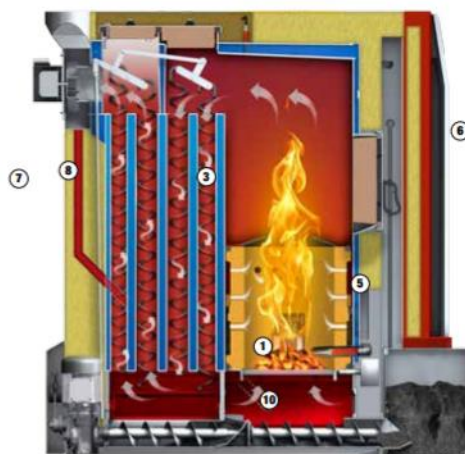
(Font: [www.hargassner.es](http://www.hargassner.es))

## TECNOLOGÍA HARGASSNER



### LEYENDA

- 01 NUEVA doble parrilla basculante con función de trituración de costras
- 02 Regulación de nivel de las brasas
- 03 Limpieza del intercambiador de calor (también en el 1er tiro)
- 04 Aspiración de cenizas para conseguir intervalos de mantenimiento muy largos, opcional
- 05 nuevo sistema de ignición: 300 V, sin soplador
- 06 Control Touch moderno integrado
- 07 Tiro inducido (motor EC) con vigilancia de la depresión
- 08 Recirculación de humos integrada de serie
- 09 Aumento de la temperatura de retorno integrada, opcional
- 10 Descarga de cenizas volátiles y de la parrilla patentada
- 11 No es necesario ningún dispositivo de seguridad de descarga térmico
- 12 Cámara de combustión rodeada de agua
- 13 Concentrador de llama de hierro de fundición de alta calidad
- 14 Depósito nodriza de pellets
- 15 Sistema de aspiración cerrado sin filtros y sin mantenimiento
- 16 Sensor de nivel de llenado
- 17 Sinfin de alimentación
- 18 Doble válvula rotatoria de dosificación
- 19 Motor de accionamiento
- 20 Turbina de aspiración de pellets
- 21 Insonorización



### Control Touch Tronic



El nuevo control lambda Touchtronic no deja ningún deseo del usuario incumplido. Se caracteriza por un diseño excepcional y una operación sencilla. Los menús enrevesados son cosa del pasado. Con la nueva pantalla puede ver inmediatamente el estado de la caldera, el depósito de inercia, el depósito de ACS, así como de los circuitos de calefacción. El cliente experimenta la máxima comodidad de uso gracias a los nuevos controles remotos con pantalla LCD o pantalla táctil. La placa de control ya viene precableada de fábrica.

### Aspiración de pellets durante la combustión

La doble válvula rotatoria permite la carga de pellets durante el funcionamiento normal de la caldera → no hay pérdida de potencia, asegurando un suministro térmico óptimo.

**NUEVO**

### Aspiración de pellets en distancias de hasta 20 m

La turbina de aspiración de Hargassner aspira los pellets desde el silo hasta el depósito nodriza. Con una manguera de hasta 20 m de largo se pueden sortear barreras y desniveles entre silo y sala de calderas. Con el sensor de nivel de llenado en el depósito nodriza, el sistema de aspiración para al llenarse éste.

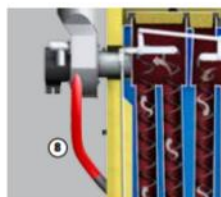
### Del nodriza a la válvula rotatoria

A través de la válvula rotatoria caen los pellets en cantidad constante al sinfin de alimentación, que los transporta directamente hasta la cámara de combustión.

### Indicador de consumo de pellets

**NUEVO**

Cuando el nivel del silo baja por debajo de un mínimo, recibirá un aviso en la pantalla.



### Recirculación de humos para evitar la generación de costras

Para reducir la tendencia a la generación de costra de las cenizas durante la combustión de combustibles agrícolas, Hargassner ha integrado de serie la recirculación de humos.

El enfriado del lecho de las brasas permite que no se alcancen los puntos de fusión de la ceniza relativamente bajos del combustible muy seco. La ceniza puede eliminarse pues sin problemas a través del sinfin automático de descarga de cenizas.

(Font: [www.hargassner.es](http://www.hargassner.es))



## Eco-PK 70 – 120 kW

### ACCESORIOS



#### Aumento de la temperatura de retorno integrado

Este dispositivo de aumento de la temperatura de retorno integrable con bomba de ahorro de energía y mezcladora motorizada se puede pedir como accesorio.

- rápido y sencillo montaje
- compacto y económico

Para más información, consulte [www.hargassner.es](http://www.hargassner.es)



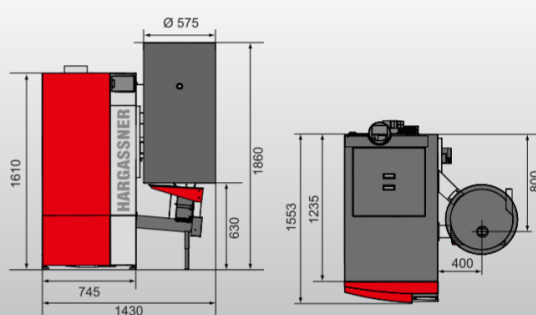
#### Aspiración de cenizas - capacidad anual

Opcionalmente disponible un sistema de aspiración de cenizas con un depósito de cenizas de 300 litros de capacidad.

Este sistema de aspiración transporta las cenizas automáticamente a través de un tubo de acero desde la sala de calderas a un depósito de cenizas

colocado preferiblemente en una zona exterior atechada. Puede vaciar anualmente el depósito con un toro mecánico (o tractor), ofreciéndole un máximo confort con un sistema de limpieza innovador!

Datos técnicos	ECO-HK		
	Unidad	PK 70 - 120	
Rango de potencia	kW	70/90	99/108/120
Diámetro del tubo de humos	mm	180	180
Capacidad de agua	Litros	180	180
Temperatura de servicio máx.	°C	95	95
Presión máxima	bar	3	3
Impulsión/retorno	Pulgadas	6/4*	6/4*
Peso	kg	865	890
Altura de la carcasa	H mm	1610	1610
Ancho de la caldera	B mm	745	745
Fondo caldera	T mm	1235	1235
Dimensión de colocación H/B/T	mm	1670 x 745 x 1335	
Conexión eléctrica		400V (OPCIONAL 230V) AC, 50Hz, 13A	



(Font: [www.hargassner.es](http://www.hargassner.es) )

## 9.7. Fitxa técnica sitja textil

### SILOS TEXTILES GWT(S)



#### Silo de pellets con silo textil GWT-MAX

El silo textil GWT-MAX tiene una base elástica con un sistema de muelles. Al llenarse el silo se baja el suelo por su propio peso cediendo los muelles. De esta manera se llena el silo textil al máximo. A medida que se va vaciando, se reduce el peso y el fondo es tirado hacia arriba con los muelles. Al final se genera un fondo con 4 lados inclinados, posibilitando el vaciado completo del silo. El fondo del silo textil es de material plástico, repele el agua (protección frente a condensados)

- **MAX**imo volumen hasta 7,6 toneladas
- **MAX**imo aprovechamiento del espacio
- **MAX**ima fiabilidad

con requerimiento de espacio mínimo



Toda la info técnica en la solapa


#### Silo textil GWTS

El silo textil representa un silo prefabricado. Se puede colocar o en la misma sala de calderas (dependiendo de la legislación vigente) o en una sala diferente, o incluso en un edificio adyacente. Si se coloca el silo en el exterior es importante asegurar una base sólida y un recubrimiento completo para proteger frente a rayos UV y humedades. El silo textil GWTS dispone de un punto de aspiración y de un material textil de alta calidad, duradero, antiestático e impermeable al polvo montado en un bastidor de tubos de acero. Gracias a su forma constructiva variable puede ser utilizado en todo tipo de lugares. Sólo requiere una boca de llenado con tapa ya que el aire se disipa a través del material textil.

Dependiendo de la altura de la sala se puede colocar la boca de llenado encima o debajo de la barra superior del bastidor.



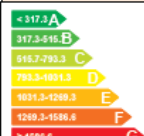
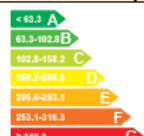
## 9.8. Informe mesures de millora

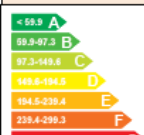
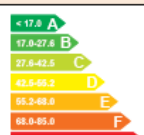
	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	25111A001000480000QJ	Versión informe asociado	21/03/2021
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	29/06/2021

### Informe descriptivo de la medida de mejora


DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Rehab tèrmica

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos ) Rehabilitació tèrmica de la coberta i aïllament façanes
Coste estimado de la medida 49577.57 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL		
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
	1204.36 E	

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES		
DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
	86.47 B	

(Font: CE3X)

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	25111A001000480000QJ	Versión informe asociado	21/03/2021
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	29/06/2021

**ANÁLISIS TÉCNICO**

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	144.11	64.4%	58.34	-77.8%	175.71	0.0%	353.83	0.0%	743.20	24.1%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	189.90	C 64.4%	113.99	G -77.8%	207.16	F 0.0%	691.38	F 0.0%	1204.36	E 17.6%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	44.82	C 64.4%	19.31	G -77.8%	54.85	G 0.0%	117.12	F 0.0%	239.60	E 23.3%
Demanda [kWh/m² año]	88.47	B 64.4%	116.67	G -77.8%						


**ENVOLVENTE TÉRMICA****Cerramientos opacos**

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Cubierta con aire	Cubierta	702.00	0.54	702.00	0.27
Muro de fachada - NE	Fachada	243.00	1.68	243.00	0.24
Muro de fachada - SO	Fachada	241.20	1.68	241.20	0.24
Muro de fachada - NO	Fachada	21.05	1.68	21.05	0.24
Muro de fachada - SE	Fachada	53.05	1.68	53.05	0.24
Suelo con terreno	Suelo	702.00	0.33	702.00	0.33

**Huecos y lucernarios**

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
PORTA NO 1	Hueco	20.00	5.70	0.00	20.00	5.70	0.00
PORTA NO 2	Hueco	22.00	5.70	0.00	22.00	5.70	0.00
PORTA 3	Hueco	10.00	5.70	0.00	10.00	5.70	0.00
Finestres	Hueco	39.60	3.30	3.30	39.60	3.30	3.30

(Font: CE3X)

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	25111A001000480000QJ	Versión informe asociado	21/03/2021
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	29/06/2021

**INSTALACIONES TÉRMICAS****Generadores de calefacción**

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	58.4	80.0%	-	Caldera Estándar	58.4	80.0%	-	-
<b>TOTALES</b>									


**Generadores de refrigeración**

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
<b>TOTALES</b>		-		-		-		-	-

**Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria**

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	58.4	80.0%	-	Caldera Estándar	58.4	80.0%	-	-
<b>TOTALES</b>		-		-		-		-	-

(Font: CEX)

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	25111A001000480000QJ	Versión informe asociado	21/03/2021
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	29/06/2021

**Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)**

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

**Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)**

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora
Sistema de ventilació 1	Ventilador de caudal constante	Refrigeració n	2715.6	Ventilador de caudal constante	Refrigeració n	2715.6
Sistema de ventilació 2	Ventilador de caudal constante	Refrigeració n	2715.6	Ventilador de caudal constante	Refrigeració n	2715.6
Electrobomba distribució d'aigua	Bomba de caudal constante	ACS	1174.8	Bomba de caudal constante	ACS	1174.8

**INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)**

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m²]	VEEI post mejora [W/m²100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
Edificio Objeto	52.97	18.7	282.57	52.97	18.7	282.57
<b>TOTALES</b>	52.97	-	-	52.97	-	-

**CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)**

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
Edificio Objeto	588.6	Intensidad Media - 24h



(Font: CE3X)

## Informe descriptivo de la medida de mejora



DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
LED/ BIOMASSA

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos )
Il·luminació LED i Caldera Biomassa
Coste estimado de la medida
29275.26 €
Otros datos de interés


## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
	
728.5 D	124.81 D

## CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
	
241.58 E	60.22 G

(Font: CE3X)

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	25111A001000480000QJ	Versión informe asociado	21/03/2021
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	29/06/2021

**ANÁLISIS TÉCNICO**

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	271.74	32.9%	30.11	8.2%	118.59	32.5%	314.51	11.1%	748.18	23.8%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	23.10	A 95.2%	58.84	G 8.2%	10.08	A 95.1%	614.56	G 11.1%	728.50	D 50.2%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m² año]	4.89	A 96.1%	9.97	G 8.2%	2.13	A 96.1%	104.10	G 11.1%	124.81	D 60.0%
Demanda [kWh/m² año]	241.58	E 0.6%	60.22	G 8.2%						

**ENVOLVENTE TÉRMICA****Cerramientos opacos**


Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Cubierta con aire	Cubierta	702.00	0.54	702.00	0.54
Muro de fachada - NE	Fachada	243.00	1.68	243.00	1.68
Muro de fachada - SO	Fachada	241.20	1.68	241.20	1.68
Muro de fachada - NO	Fachada	21.05	1.68	21.05	1.68
Muro de fachada - SE	Fachada	53.05	1.68	53.05	1.68
Suelo con terreno	Suelo	702.00	0.33	702.00	0.33

**Huecos y lucernarios**

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
PORTA NO 1	Hueco	20.00	5.70	0.00	20.00	5.70	0.00
PORTA NO 2	Hueco	22.00	5.70	0.00	22.00	5.70	0.00
PORTA 3	Hueco	10.00	5.70	0.00	10.00	5.70	0.00
Finestres	Hueco	39.60	3.30	3.30	39.60	3.30	3.30

(Font: CE3X)



	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	25111A001000480000QJ	Versión informe asociado	21/03/2021
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	29/06/2021

### INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²/año]		[kW]	[%]	[kWh/m²/año]	[kWh/m²/año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	58.4	60.0%	-	Caldera Condensación	70	88.9%	-	-
<b>TOTALES</b>									


#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²/año]		[kW]	[%]	[kWh/m²/año]	[kWh/m²/año]
<b>TOTALES</b>		-		-		-		-	-

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²/año]		[kW]	[%]	[kWh/m²/año]	[kWh/m²/año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	58.4	60.0%	-	Caldera Condensación	70	88.9%	-	-
<b>TOTALES</b>		-		-		-		-	-

(Font: CEX)

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	25111A001000480000QJ	Versión informe asociado	21/03/2021
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	29/06/2021

**Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)**

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

**Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)**

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora
Sistema de ventilació 1	Ventilador de caudal constante	Refrigeració n	2715.6	Ventilador de caudal constante	Refrigeración	2715.6
Sistema de ventilació 2	Ventilador de caudal constante	Refrigeració n	2715.6	Ventilador de caudal constante	Refrigeración	2715.6
Electrobomba distribució d'aigua	Bomba de caudal constante	ACS	1174.8	Bomba de caudal constante	ACS	1174.8

**INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)**

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m²]	VEEI post mejora [W/m²100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
Edificio Objeto	52.97	18.7	282.57	47.08	38.5	122.33
<b>TOTALES</b>	52.97	-	-	47.08	-	-

**CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)**

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
Edificio Objeto	588.6	Intensidad Media - 24h

(Font: CE3X)

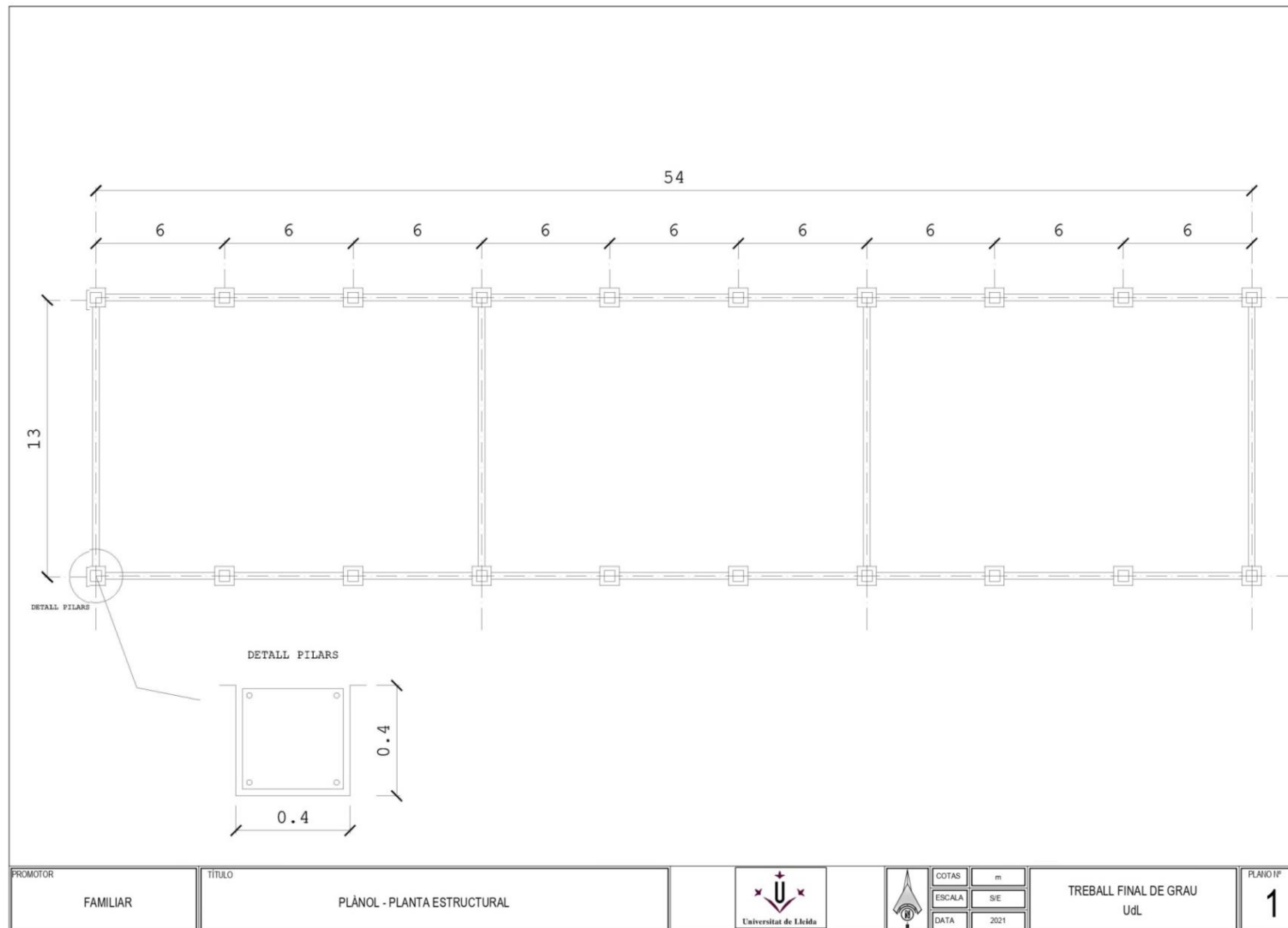


# 10.Plànols

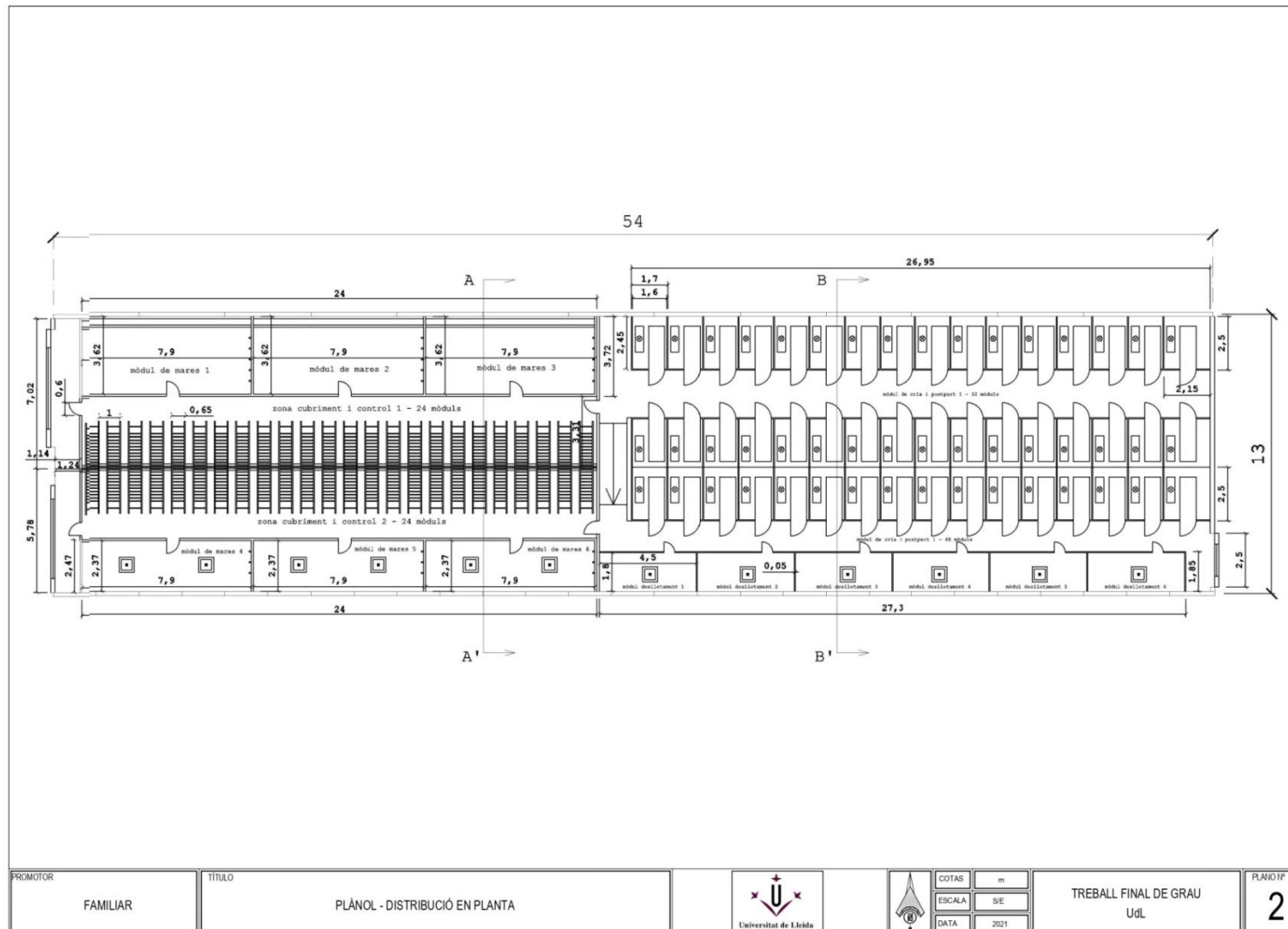


## 10.1. Índex de plànols

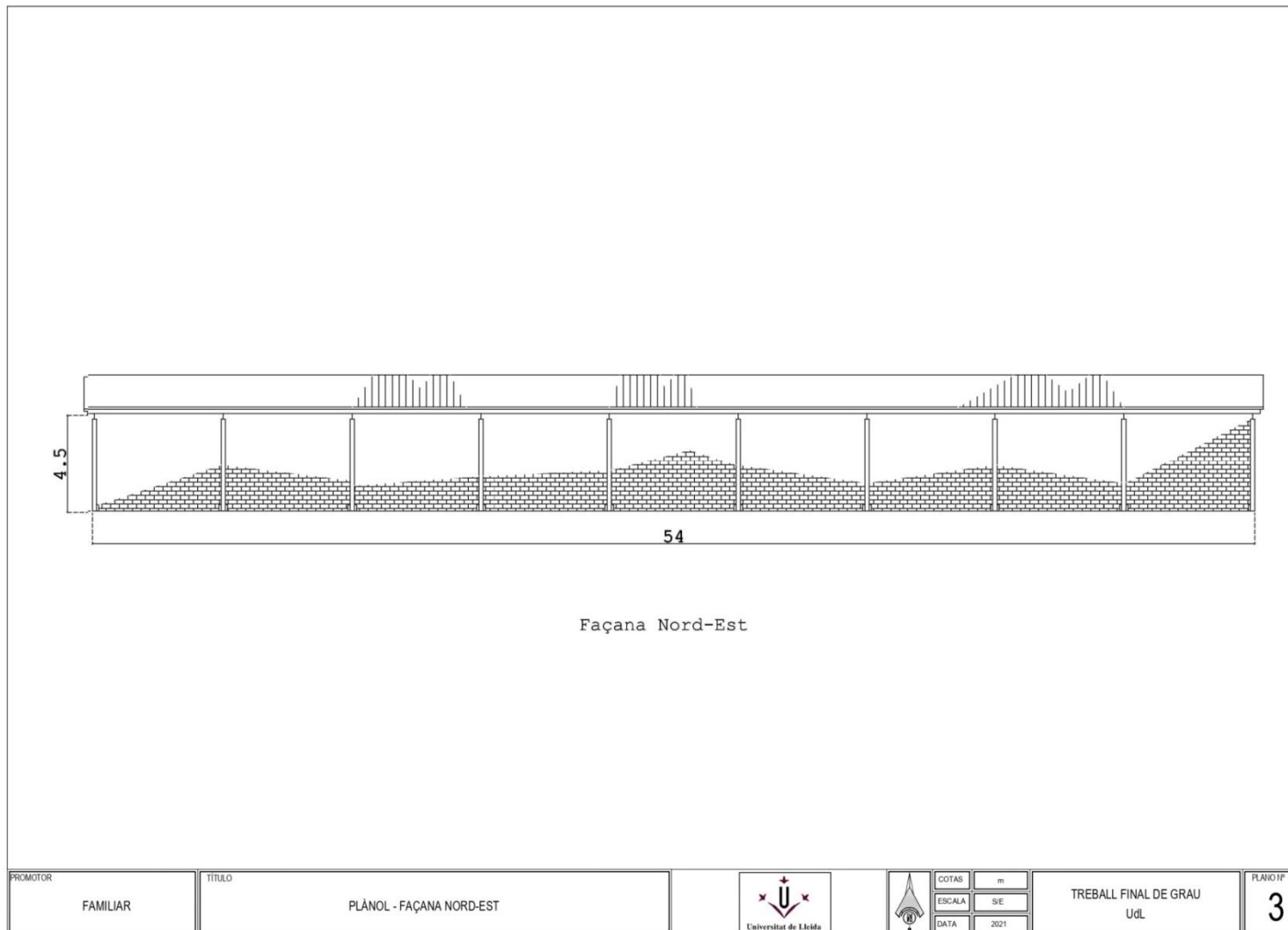
<i>Plànol 1. Planta estructural de la nau.</i>	145
<i>Plànol 2. Distribució en planta de la nau.</i>	146
<i>Plànol 3. Façana nord - est.</i>	147
<i>Plànol 4. Façana sud - oest.</i>	148
<i>Plànol 5. Façana nord - oest.</i>	149
<i>Plànol 6. Façana sud - est.</i>	150
<i>Plànol 7. Secció A-A'.</i>	151
<i>Plànol 8. Secció B-B'.</i>	152
<i>Plànol 9. Estructura de la cuberta.</i>	153
<i>Plànol 10. Sales de l'explotació.</i>	154



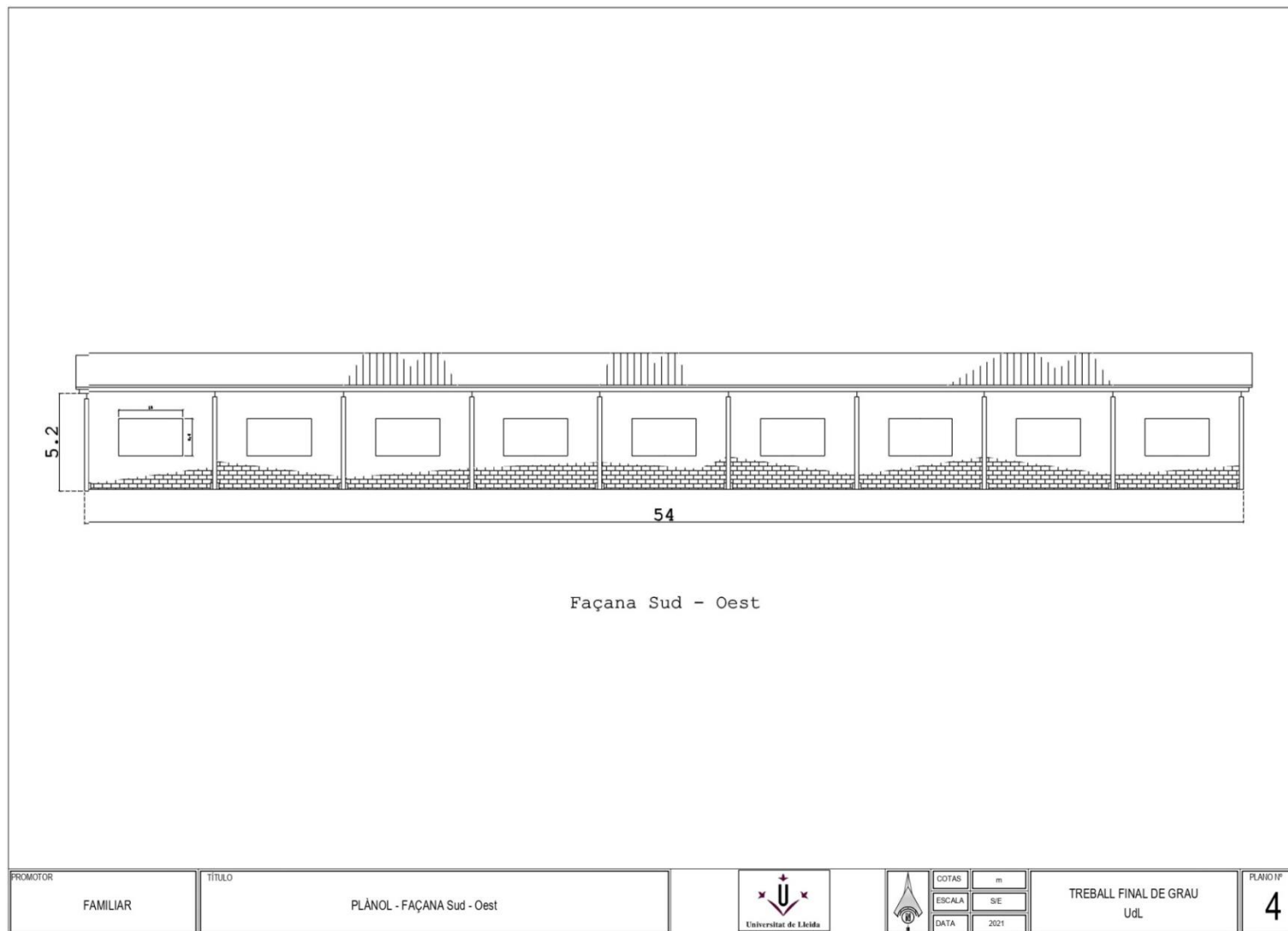
**Plànol 1.** Planta estructural de la nau. (Font: Elaboració pròpia)



**Plànol 2.** Distribució en planta de la nau. (Font: Elaboració pròpia)

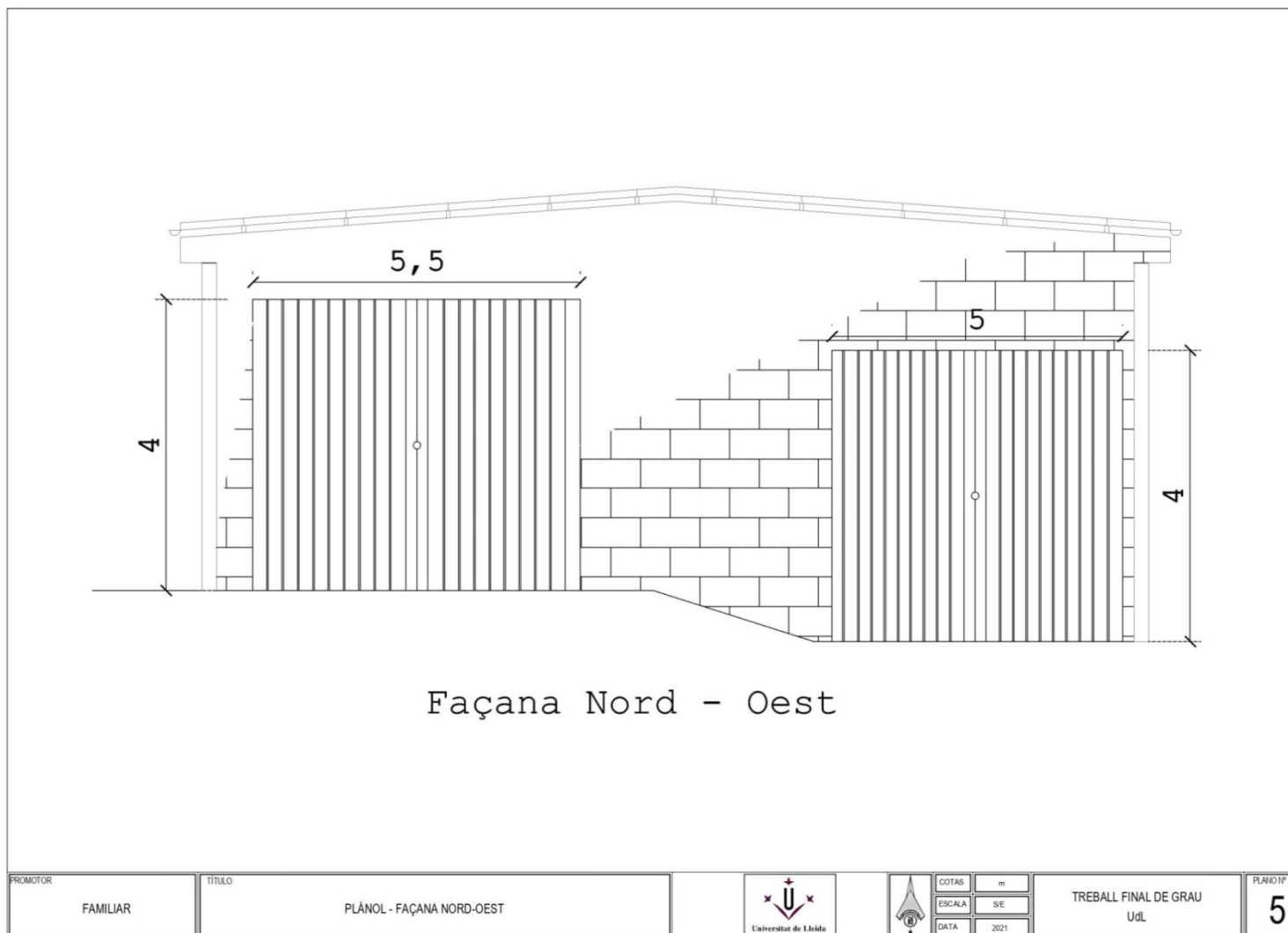


**Plànol 3.** Façana nord - est. (Font: Elaboració pròpia)

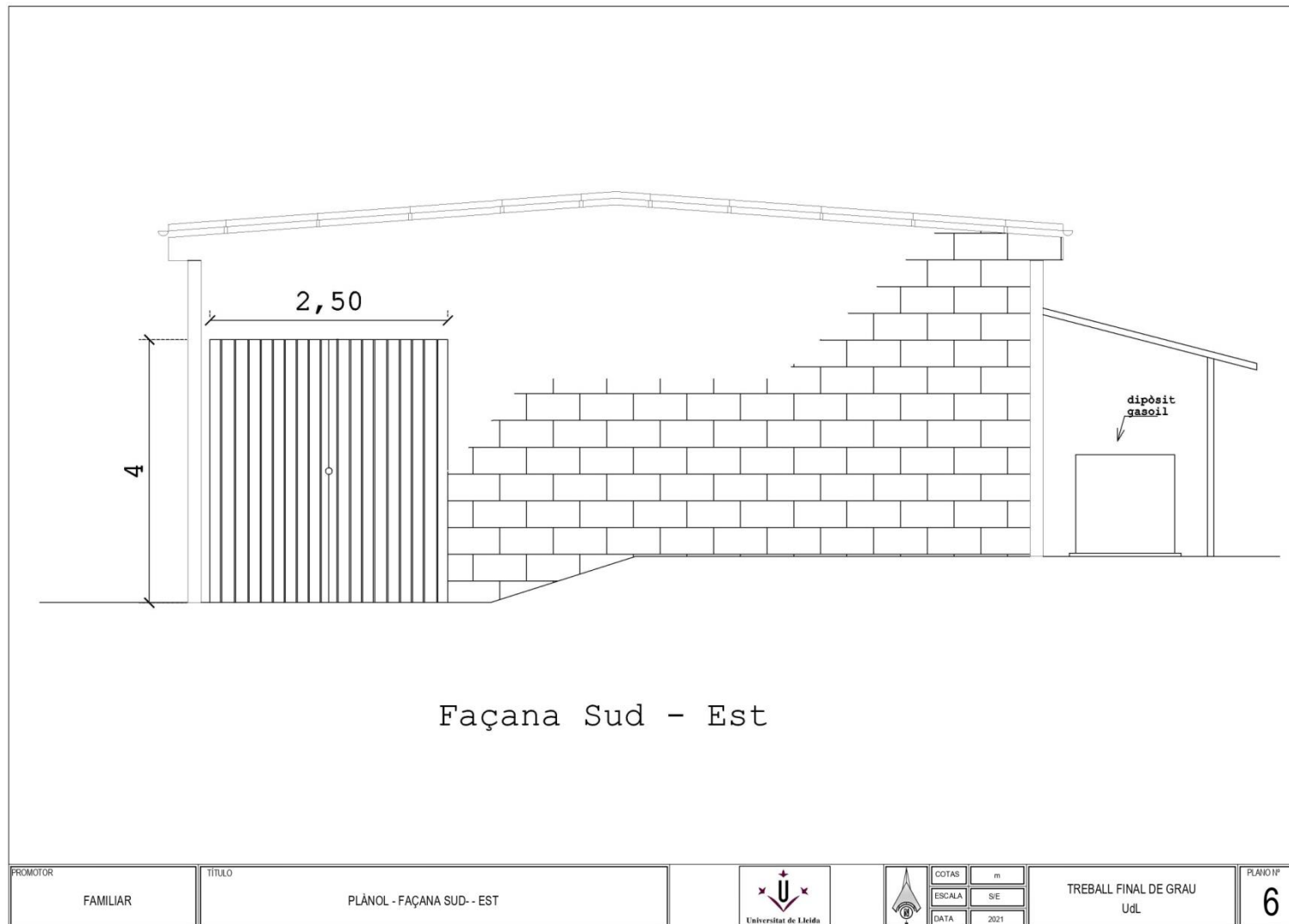


**Plànol 4.** Façana sud - oest. (Font: Elaboració pròpia)

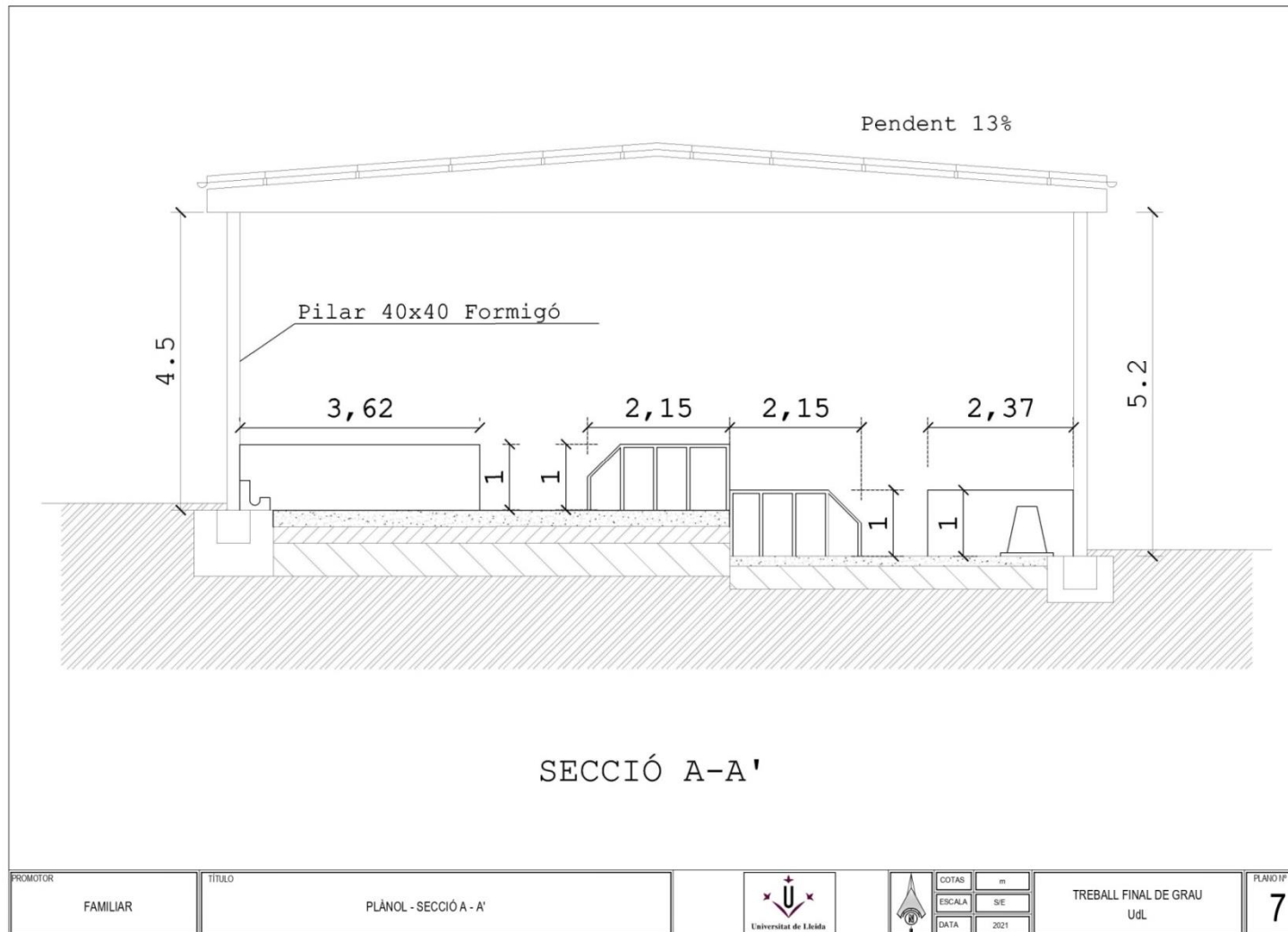




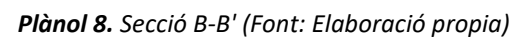
**Plànol 5.** Façana nord - oest. (Font: Elaboració pròpia)



**Plànol 6.** Façana sud - est. (Font: Elaboració pròpia)



**Plànol 7.** Secció A-A'. (Font: Elaboració pròpia)







**Plànol 10.** Sales de l'explotació (Font: El·laboració pròpia)



# 11.Pressupostos



## 11.1. Material rehabilitació coberta

En aquest apartat es pot observar el pressupost del panell sandwich de 10cm que s'instal·laria en la coberta de la nau a fi de millorar la transmissió tèrmica de l'edifici. El pressupost ha estat subministrat per l'empresa Panelsandwich.org, que es troba ubicada a Lleida. Així doncs podem saber la inversió real que s'hauria de fer inicialment per poder rehabilitar tèrmicament la coberta de la nau. [39]

PanelSandwich.ORG Presupuesto					PanelSandwich.ORG Presupuesto				
Número: Pres21-3558					Número: Pres21-3558				
Fecha: 10/04/2021					Fecha: 10/04/2021				
<b>Cliete</b> COLOMO ESPOT, ROGER Burg (25595), Lleida 671802774					<b>Cliete</b> COLOMO ESPOT, ROGER Burg (25595), Lleida 671802774				
REF. Treball Final de Grau									
CONCEPTO	PRECIO	UNI	DTO.	SUBTOTAL	CONCEPTO	PRECIO	UNI	DTO.	SUBTOTAL
<b>Panel Cubierta 5 Greca. 10 cm Gris Pizarra Blanco</b>	27,97€	732,6 m2	25%	15.368,12€	<b>Montaje Naves Remateria</b>	4,50€	198 ml	0%	891,00€
PSG6GB Panel Sandwich Cubierta 5 Greca / Color: Gris Pizarra-Blanco / Espesor: 6 cm / Ancho: 1,00 m / Incluido: 1 Tornillo x m2 / Precio m2					Montaje de la remateria naves industriales. Incluye el montaje y la maquinaria necesaria.				
									DESCUENTO POR ITEM 5.737,66€
108 UNIDADES DE 6700	0,00€	1 Unidades	0%	0,00€					BASE IMPONIBLE 20.404,21€
<b>Tornillo Correa.Tubo 11,5 cm.</b>	0,12€	733 Unidades	100%	0,00€					IVA 21% 4.284,88€
TOC011 Tornillo Panel 5,5 / 6,3 x 115 mm / Arandela Neopreno 16 / Broca 3 / Autotaladrante Correa Metálica/ Precio unidad									<b>TOTAL 24.689,09€</b>
<b>Remate Cumbre Troquelada Gris Pizarra</b>	16,33€	54 ml	25%	661,37€	FORMA DE PAGO: 35% de Confirmación de pedido, resto antes de la entrega mediante domiciliación o transferencia a nombre de CUATELART, S.L. Caixa de Gissosna BIC : BCOEESMM140 - ES06 3140 0001 9900 1094 9900				
RG2015 Remate Cubierta Cumbre Troquelada: Tapa la junta de la cumbre / Color: Gris Pizarra / Medida: 3 m largo / Precio ml					<b>Términos y condiciones:</b>				
18 UNIDADES DE 3000	0,00€	1 Unidades	0%	0,00€	Este presupuesto es orientativo y no tiene validez contractual, y se encuentra sujeto a posibles actualizaciones y variaciones de los importes indicados sin previo aviso.				
<b>Remate Tapa Frontal 30 Gris Pizarra</b>	9,33€	108 ml	25%	755,73€	Presupuesto válido 5 días.				
RG2012 Remate Cubierta Tapa Frontal: Tapa el poliuretano frontal / Color: Gris Pizarra / Medida: 1,00 m largo / Precio ml									
108 UNIDADES DE 1000	0,00€	1 Unidades	0%	0,00€					
<b>Remate Tapa Lateral 30 Gris Pizarra</b>	6,07€	36 ml	25%	163,89€					
RG2011 Remate Cubierta Lateral: Tapa el poliuretano lateral / Color: Gris Pizarra / Medida: 3 m largo / Precio ml									
12 UNIDADES DE 3000	0,00€	1 Unidades	0%	0,00€					
<b>Montaje Naves Panel Sandwich Cubierta</b>	3,50€	732,6 m2	0%	2.564,10€					
Montaje de panel sandwich de cubierta. Incluye el montaje y la maquinaria necesaria.									
PanelSandwich.ORG // 825396128									
Palauet, 131 Lleida (25001), Lleida, España Cuatelart, S.L. B25396128- Registro Mercantil tomo 491, folio 41 hoja número L-9.125 Delegación Lleida: Carrer Palauet, 131. 25001- Lleida Tel ++973 22 81 64 MovWhatsApp 683 442 608 Delegación Reus-Tarragona: Carrer Diversitat, 33 43204- Reus ( Tarragona) Tel ++977 75 79 22 MovWhatsApp 618 493 531 www.panelsandwich.org // info@panelsandwich.org									





**Il·lustració 86.** Pressupost panell sandwich coberta de la nau  
(Font: panelsandwich.org)





## 11.2. Material aïllament per les façanes

Pressupost del panel de façana de 10 cm que s'instal·laria en les façanes de l'explotació per millorar la transmissió tèrmica de les façanes. En el pressupost també s'ha tingut en compte el cost de muntatge dels panells a la instal·lació. [39]

PanelSandwich.ORG Presupuesto					PanelSandwich.ORG Presupuesto				
Número: Pres21-3559 Fecha: 11/04/2021					Número: Pres21-3559 Fecha: 11/04/2021				
Cliente COLOMO ESPOT, ROGER Burg (25595), Lleida 671802774					Cliente COLOMO ESPOT, ROGER Burg (25595), Lleida 671802774				
REF. Treball Final de Grau									
									BASE IMPONIBLE 20.569,00€
									IVA 21% 4.319,48€
									<b>TOTAL 24.888,48€</b>
CONCEPTO	PRECIO	UNI	DTO.	SUBTOTAL					
 <b>Panel Frigo 10cm Blanco.Blanco</b> PFR10B Panel Frigorífico / Color: Blanco-Blanco / Espesor: 10 cm / Ancho: 1,10 m / Incluido: 1 Tornillo x m2 / Precio m2	32,90€	684,75 m2	25%	16.896,21€					
44 UNIDADES DE 4500x1250	0,00€	1 Unidades	0%	0,00€	FORMA DE PAGO: 35% de Confirmación de pedido, resto antes de la entrega mediante domiciliación o transferencia a nombre de CUATELART, S.L.. Caixa de Guissona BIC : BCOEESMM140 - ES06 3140 0001 9900 1094 9900				
44 UNIDADES DE 5200x1250									
22 UNIDADES DE 5500x1250					<b>Términos y condiciones:</b> Este presupuesto es orientativo y no tiene validez contractual, y se encuentra sujeto a posibles actualizaciones y variaciones de los importes indicados sin previo aviso. Presupuesto válido 15 días.				
 <b>Núcleo PIR-Bs2d0-Chapa 04-04 mm</b> PNUPIR-Núcleo aislante de poliuretano (PIR) con clasificación al fuego Bs2d0 / Chapa Exterior 04 mm -Chapa Interior 04 mm.	0,00€	1 Unidades	0%	0,00€					
 <b>Tornillo Correa.Tubo 11,5 cm.</b> TOC011 Tornillo Panel 5,5 / 6,3 x 115 mm / Arandela Neopreno 16 / Broca 3 / Autotaladrante Correa Metálica/ Precio unidad	0,12€	685 Unidades	100%	0,00€					
 <b>Remate Forma U Panel 10.0 Blanco</b> RB3100 Remate Fachada Forma de U de 100 / Color: Blanco / Medida: 3 m largo / Precio ml	6,33€	138 ml	25%	655,16€					
46 UNIDADES DE 3000	0,00€	1 Unidades	0%	0,00€					
<b>Montaje Naves Panel Sandwich Cubierta</b> Montaje de panel sandwich de cubierta. Incluye el montaje y la maquinaria necesaria.	3,50€	684,75 m2	0%	2.396,63€					
<b>Montaje Naves Remateria</b> Montaje de la remateria naves industriales. Incluye el montaje y la maquinaria necesaria.	4,50€	138 ml	0%	621,00€					
DESCUENTO POR ITEM				5.932,65€					
PanelSandwich.ORG // B25396128					PanelSandwich.ORG // B25396128				
Palauet, 131 Lleida (25001), Lleida, España Cuatelart, S.L. B25396128- Registro Mercantil tomo 491, folio 41 hoja numero L-9.125 Delegación Lleida: Carrer Palauet, 131 25001- Lleida Tel ++973 22 81 64 Mov/WhatsApp 683 442 608 Delegación Reus-Tarragona: Carrer Diversitat, 33 43204- Reus (Tarragona) Tel ++977 75 79 22 Mov/WhatsApp 618 493 531 www.panelsandwich.org // info@panelsandwich.org					Palauet, 131 Lleida (25001), Lleida, España Cuatelart, S.L. B25396128- Registro Mercantil tomo 491, folio 41 hoja numero L-9.125 Delegación Lleida: Carrer Palauet, 131 25001- Lleida Tel ++973 22 81 64 Mov/WhatsApp 683 442 608 Delegación Reus-Tarragona: Carrer Diversitat, 33 43204- Reus (Tarragona) Tel ++977 75 79 22 Mov/WhatsApp 618 493 531 www.panelsandwich.org // info@panelsandwich.org				

1/

2/2

**Il·lustració 87. Pressupost panell sandwich de façanes**  
 (Font: CE3X)



### 11.3. Caldera de biomassa amb pellets i sitja tèxtil

En aquest apartat del treball s'exposa el pressupost realitzat per la caldera de biomassa i la sitja textil per part d'emmagatzemar els pellets que s'utilitzen de forma continua pel combustible de la caldera, que s'utilitza en una de les millors aplicades a l'explotació porcina. El pressupost inclou el cost de la caldera, la sitja textil per capacitat de 7,6 tones de pellet, el transport fins al lloc de la instal·lació i la posta a punt pel funcionament de la caldera.

[www.acae.es](http://www.acae.es)

Código	NatC	Ud	Resumen	CanPres	pres	ImpPres
UHAR57a	Capitulo	u	<b>Caldera de pellets, Eco-PK 70 21-70 kW, A+ incl. regulación climática</b> Caldera de pellets Eco-PK 70 21-70 kW de HARGASSNER, con regulación climática, eficiencia energética A+ (solo para Eco-PK 70). Medidas de la caldera (alto x ancho x fondo) 1610x745x1553 mm, y medidas de colocación de 1670x745x1335 mm. Capacidad calorífica a carga máxima de 74,5 kW. Capacidad de agua de 180 l. Temp. máx. de operación 95°C, presión de operación 3 bar, temperatura caldera 69-78°, conexión eléctrica 400 V AC, 50 Hz, protección 13 A. Para el funcionamiento con: Pellets según Ö-Norm 7135 o EN ISO 17225-2 clase A1. Hueso de aceituna cat. 1 según UNE 164003:2014 (consultar condiciones).  Incluye transporte y puesta en marcha de la caldera (requisito de garantía) con análisis de humos, y form. del cliente; la sala de calderas debe estar lista para su puesta en marcha.	1		20.250,00 €
PHARECO-PK70SAUG.2	Material	u	Eco-PK 70 21-70 kW caldera de pellets, A++ incl. regulación climática	1,00	19.370,00 €	19.370,00 €
MHARTRA600		u	Transporte caldera	1,00	600,00 €	600,00 €
OHARMON280	Mano de Obra	u	Puesta en marcha caldera	1,00	280,00 €	280,00 €
PHARGWT-MAX25X25.1	Material	u	<b>Silo textil GWT MAX 250 x 250, capacidad 5,6-7,6 t</b> Silo textil GWT MAX 250 x 250 de HARGASSNER, capacidad 5,6-7,6 t, (ancho x f.) 258 x 258 cm, altura 195-250 cm, realizado con material textil con estructura de acero. La descarga se realiza mediante una aspiración por puntos segura con una conexión de pellets y de aire de retorno respectivamente.	1		3.480,00 €
				1,00	3.480,00 €	3.480,00 €

**Il·lustració 88. Pressupost caldera de biomassa**  
(Font: [www.acae.es](http://www.acae.es), [53])